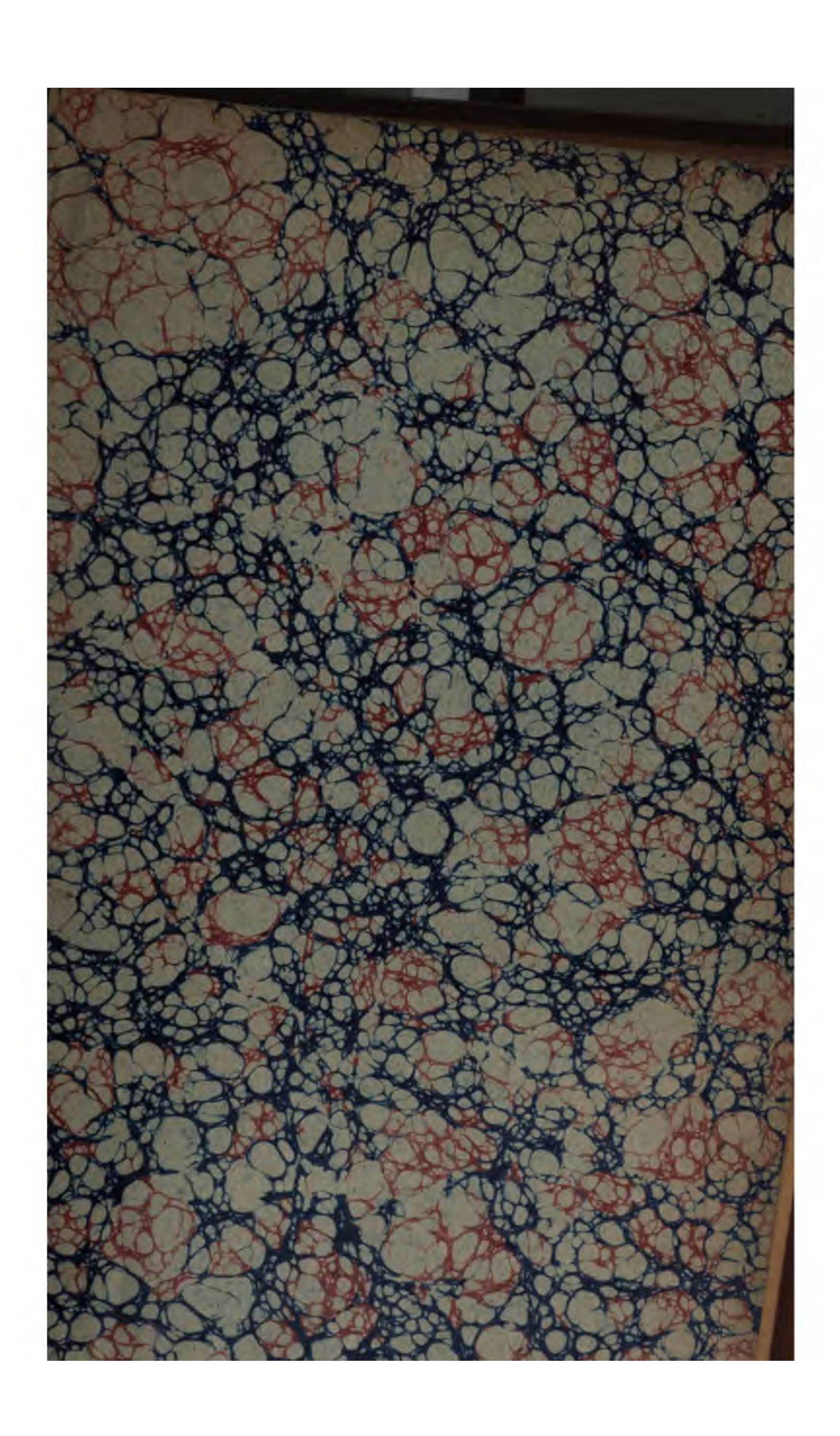




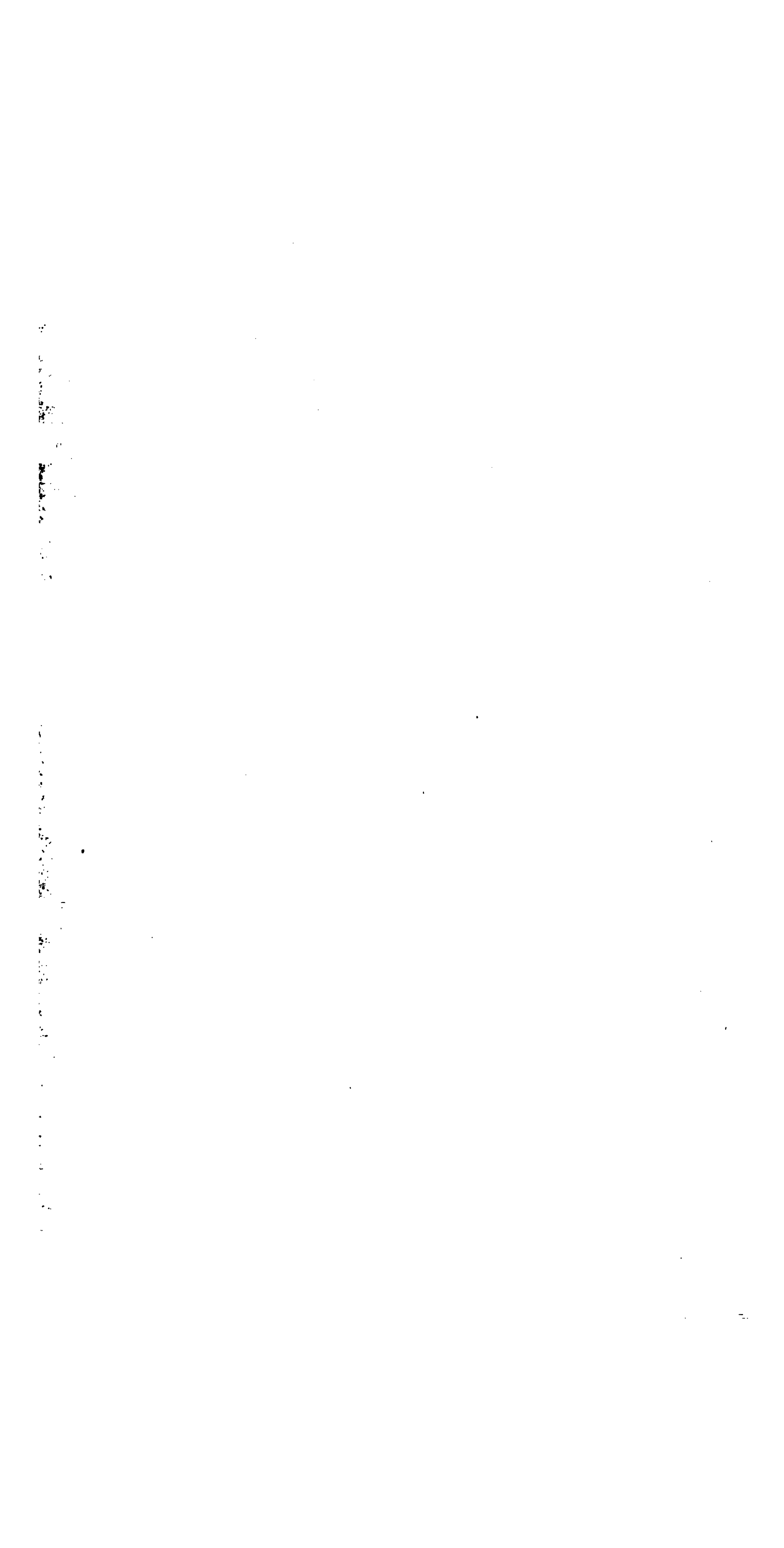


LIBRARY
OF
Cooper Medical College
DATE Aug 15 1896
NO. 1550
SHELF 6b
GIFT OF
Emil Frankle M.D.
LANE
MEDICAL
LIBRARY
SEAL OF THE LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY
1885
LEVI COOPER LANE FUND









Handbuch

der

Histologie und Histochemie

des Menschen.

Handbuch

der

Histologie und Histochemie

des Menschen.

Lehre von den Form- und Mischungs-Bestandtheilen

des Körpers.

Für Aerzte und Studirende.

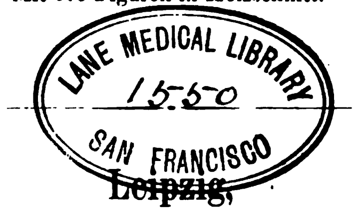
Von

Dr. Heinrich Frey,

Professor der Medizin in Zürich.

Vierte umgearbeitete Auflage.

Mit 608 Figuren in Holzschnitt.



Leipzig,

Verlag von Wilhelm Engelmann.

1874.

Inhaltsverzeichniss.

Nachweis zu den Holzschnitten.

EINLEITUNG.

§ 1.

Durch den Fleiss und die Ausdauer vieler tüchtiger Forscher hatte die Anatomie des Menschen schon am Ende des vorigen Jahrhunderts einen hohen Grad der Ausbildung erreicht. Soweit das anatomische Messer ein Eindringen in den Bau der Theile gestattete, waren diese in einer für das praktische Bedürfniss des Arztes ausreichenden Weise erforscht. Es mag genügen, hier an den Namen *Sömmerring*'s zu erinnern. Jenen Entwicklungsgang, welchen wir einem Zuge des menschlichen Geistes zufolge in allen Zweigen der Naturwissenschaften antreffen, hatte die Anatomie ebenfalls durchlaufen; sie hatte aus der Masse der Einzelheiten einen allgemeinen Theil herausgebildet. In der That mussten die Anatomen sehr bald zu der Erkenntniss gelangen, dass gewisse Massen unseres Körpers, wie beispielsweise Knochen, Knorpel, Muskeln, Nerven immer wiederkehren und wenig oder gar nicht verändert in die Zusammensetzung der verschiedensten Theile des Leibes eintreten, und in deren Aufbau oder Struktur eine höchst wichtige Rolle spielen. So entstand eine Strukturlehre des Körpers, eine allgemeine Anatomie.

Indem aber Knochen, Knorpel, Muskel und Nerv wieder ein aus kleineren Theilen zusammengesetztes sind, musste es sich in weiterer Linie um eine Zerspaltung jener, um ein Erkennen der letzten sie bildenden und erbauenden Formelemente handeln. Es bildete sich so der Begriff des thierischen Gewebes hervor und mit ihm ein besonderer Zweig des anatomischen Studium, die Gewebelehre oder Histologie. Sie ist ein Theil, allerdings der wichtigste, aber keineswegs das Ganze der allgemeinen Anatomie.

Unter Gewebe versteht man organische Massen, insofern sie aus kleineren Theilen zusammengesetzt sind und von diesen in ihren physikalischen, chemischen, anatomischen und physiologischen Eigenschaften bedingt werden. Das Gefüge dieser Massen wird ihre Textur genannt; die kleinen sie bildenden Theile heissen Gewebeelemente. Aber diese letzten Formbestandtheile, diese das Gewebe zusammensetzenden Theilchen sind im wunderbaren Aufbau des Thierkörpers von einer Kleinheit, dass die Werkzeuge der gewöhnlichen anatomischen Zergliederung zu ihrem Auffinden und Erkennen den Dienst versagen, dass es vielmehr hierzu anderer Hülfsmittel bedarf. Dagegen konnte das Gewebe als solches, wenn es sich nicht um seine weitere Zerspaltung und um das Vordringen bis zu den letzten Bestandtheilen handelte, mit den Mitteln einer älteren Periode bis zu einem gewissen Grade erforscht werden. Und in der That sehen wir die Anfänge einer Gewebelehre schon in den ersten Versuchen einer längst entschwundenen Epoche beginnen. Sie sind für das unendlich vorgeschrittene Wissen der Gegenwart nur noch von historischem Interesse und können darum hier übergangen werden [1].

Die allgemeine Anatomie aber hatte schon am Ende des achtzehnten Jahrhunderts das Glück, in die Hände eines genialen Mannes zu fallen und durch ihn eine Ausbildung zu erfahren, welche, wenn man der Hülfsmittel damaliger Forschung eingedenk ist, bewundernswürdig genannt werden muss.

Dieser Mann war *M. F. X. Bichat*[2], welcher schon im 31. Jahre 1802 zu Paris ein in den Annalen der Heilkunde unvergängliches Leben beschloss. Sohn einer bewegten Zeit, angeregt durch die grossen, gefeierten Naturforscher seiner Tage und — man möchte hinzusetzen — inspirirt von jenem Geiste exakterer Naturforschung, auf welchen die Medizin der Gegenwart so stolz ist, schuf er, obgleich noch im *Haller*'schen Vitalismus stehend, mit Hülfe der Zergliederung, der chemischen Prüfung, des physiologischen Forschens und der pathologischen Untersuchung ein Gebäude der Gewebelehre, über welches die unmittelbar in seine Fusstapfen tretenden Nachfolger beim Mangel neuer Hülfsmittel nicht erheblich hinaus gekommen sind[3].

Mit *Bichat* beginnt und erreicht auch schon ihren Höhepunkt jene erste Periode des histologischen Studium. Man kann sie als die der Forschung ohne Mikroskop bezeichnen, als diejenige, wo es nicht vergönnt war, zu den Gewebeelementen vorzudringen.

Anmerkung. Die Geschichte der Gewebelehre findet sich behandelt in *Heusinger*'s System der Histologie. Eisenach 1822. — 1) Unter den frühesten Bearbeitern einer Gewebelehre verdient besonders der alte italienische Anatom *Faloppia* erwähnt zu werden, dessen Leben in die Jahre 1522 oder 1523—1562 fällt und welchem *Haller* das schöne Zeugniss schreibt: »*Candidus vir, in anatome indefessus, magnus inventor, in neminem iniquus.*« Er stellt als Gewebe (»*partes similares*«) folgende auf: 1. Knochen, 2. Knorpel, 3. Nerven, 4. Bänder, 5. Sehnen, 6. Häute, 7. Pulsadern, 8. Blutadern, 9. Fett, 10. Knochenmark, 11. Parenchymatöse Organe. Vergl. *Lectiones Gabrielis Falloppii de partibus similaribus humani corporis ex diversis exemplaribus a Volchero Coiter summa cum diligentia collectae. Norimbergae* 1775. — 2) Die Arbeiten *Bichat*'s sind niedergelegt in einem grösseren Werke, welches unter dem Titel: »*Anatomie générale appliquée à la physiologie et à la médecine*« zu Paris im Jahre 1801 erschien und mehrfach wieder aufgelegt wurde. *Bichat*, in der Gewebelehre schon dasjenige erblickend, was sie bald geworden ist, nämlich eine der wichtigsten Grundlagen der Physiologie und der ganzen Heilkunde, stellt eine Eintheilung auf, deren Mängel allerdings eine spätere vorgerücktere Zeit leicht erkennen musste. Die 21 von ihm angenommenen Gewebe aber sind folgende: 1. Zellgewebe. 2. Nervengewebe des animalischen Lebens. 3. Nervengewebe des organischen Lebens. 4. Gewebe der Arterien. 5. Gewebe der Venen. 6. Gewebe der aushauchenden Gefässe. 7. Gewebe der Lymphgefässe und ihrer Drüsen. 8. Gewebe der Knochen. 9. Knochenmark. 10. Knorpelgewebe. 11. Fibröses Gewebe. 12. Faserknorpelgewebe. 13. Muskelgewebe des animalen Lebens. 14. Muskelgewebe des organischen Lebens. 15. Schleimhautgewebe. 16. Gewebe der serösen Häute. 17. Gewebe der Synovialhäute. 18. Drüsengewebe. 19. Gewebe der Lederhaut. 20. Oberhautgewebe. 21. Gewebe der Haare. — Der Hülfsmittel, deren sich *Bichat* bei seiner Untersuchung bediente, haben wir schon oben gedacht. Ausgezeichnet aber und ein Vorbild der kommenden Periode sind die Gesichtspunkte seiner Forschung. Er behandelt das verschiedene Vorkommen der Gewebe im Organismus, die äussere Gestalt, die Textur oder das feinere Gefüge, die Eigenschaften, ihre physiologische Energie, die Wiedererzeugung, die Bildung und die Veränderung derselben in pathologischen Zuständen. — 3) Wir erwähnen hier nur einige Namen als *Walther*, *Chaussier*, *Mayer*, *Cloquet*, *J. F. Meckel*, *Rudolphi*, *Heusinger*, *Béclard*, *E. H. Weber*.

§ 2.

Die zweite Periode der Gewebelehre muss als diejenige der mikroskopischen Forschung bezeichnet werden, als die des Vordringens zu den Gewebeelementen. Unsere Wissenschaft hat von ihr auch den Namen der mikroskopischen Anatomie, allerdings in nicht ganz passender Weise, erhalten. In ihren ersten rohen Anfängen verliert sie sich in eine alte, längst entschwundene Zeit, in jene Periode reformatorischer Thätigkeit, welcher wir unser modernes Geistesleben verdanken; in ihrer wissenschaftlichen Entwicklung ist sie ein Kind der Gegenwart und die Begründer dieser modernen Gewebelehre sind theilweise noch lebende Forscher.

Um die Erfindung des Mikroskops [1], dieses die Welt des Kleinen erobernden Instrumentes streiten sich drei Nationalitäten, die Britten, Holländer und Italiener. Doch unterliegt es kaum einem Zweifel mehr, dass ein holländischer Brillenschleifer, *Z. Janssen* (etwa um 1590) das erste derartige Instrument hergestellt und dass mit Unrecht *Drebbel*, *Galilei* und *Fontana* als Erfinder aufgeführt worden sind. So viel steht ferner fest, dass schon vor der Mitte des 17. Jahrhunderts Mikroskope vielfach hergestellt und bald zu wissenschaftlichen Untersuchungen verwendet wurden.

Als die Väter der mikroskopischen Anatomie pflegt man gewöhnlich *Marcello Malpighi* (1628—1694) und *Anton van Leeuwenhoek* (1632—1723) zu bezeichnen. Ersterer [2] beobachtete den Kreislauf, untersuchte die Drüsen und die Lunge. Letzterer [3], mit noch sehr unvollkommenen Instrumenten, aber mit sehr grossem ausdauerndem Fleisse ausgerüstet, sah zuerst die Bestandtheile mancher Körpergewebe ziemlich scharf und richtig. Doch waren die Arbeiten *Leeuwenhoek*'s entsprechend dem auf Kuriositäten gerichteten Sinne seiner Zeit weniger Untersuchungen nach einem bestimmten Prinzipe und nach einer wissenschaftlichen Methode, als vielmehr Entdeckungen merkwürdiger und sonderbarer Sachen, welche er da fand, wo das unbewaffnete Auge nichts Besonderes wahrgenommen hatte. In ihm ist die kindliche Periode der mikroskopischen Anatomie repräsentirt und den Arbeiten des Niederländers mangelt gerade dasjenige, was die Untersuchungen des Franzosen *Bichat* so sehr auszeichnet, die Verbindung der Einzelheiten zum wissenschaftlichen Ganzen. Reihen wir diesen beiden Männern noch die Namen *von Swammerdam* (1637—1685) und *Ruysch* (1638—1731) als die der Erfinder und Begründer des gegenwärtigen Injektionsverfahrens an, so grenzt sich hiermit dieser erste Zeitraum der Gewebelehre an der Hand des neu erfundenen Mikroskops ab.

Die damaligen Instrumente waren höchst unvollkommen und mit den grössten Uebelständen versehen (so dass *Leeuwenhoek* einfacher Linsen sich bediente). Es kann uns daher kein Wunder nehmen, wenn das schwierig zu benutzende und leicht zu Täuschungen führende Mikroskop in der Hand der Nachfolger eine Quelle des Irrthums wurde. So begreifen wir, dass ein Mann wie *Bichat* es vorzog, ohne dieses Hülfsmittel seine allgemeine Anatomie zu begründen.

Es folgte dann für die mikroskopische Histologie eine lange Zeit der Ruhe bis in das 19. Jahrhundert hinein, welche freilich einem glänzenden Aufschwunge unserer Disziplin weichen sollte.

Anmerkung: 1) Man vergl. hierzu *P. Harting*, Das Mikroskop. Theorie, Gebrauch, Geschichte und gegenwärtiger Zustand desselben. Aus dem Holländischen übertragen von *W. Theile*, 2te Aufl. in 3 Bdn. Braunschweig, 1866. Bd. 3, S. 20. 2) *Marcelli Malpighii Opera omnia. Londini* 1686 und *Opera posthuma. Lond.* 1697. — 3) Die Arbeiten *Leeuwenhoek*'s finden sich in den *Philosophical Transactions* und in dessen *Opera omnia. Lugd. Bat.* 1722. *Arcana naturae detecta. Delph.* 1695, *Continuatio arcanorum naturae detectorum. Lugd. Bat.* 1722 etc.

§ 3.

Die neue Epoche des Studium der Gewebe wurde ermöglicht durch die Entdeckung des Achromatismus in der Mitte des vorigen Jahrhunderts und die Herstellung achromatischer Objektivlinsen des Mikroskops. Letztere wird dem Holländer *van Deyl* und dem deutschen Optiker *Fraunhofer* in den Jahren 1807 und 1811 zugeschrieben. Rasch verwandelte sich das Mikroskop aus dem unbequemen trügerischen Werkzeuge vergangener Jahrhunderte in das bequeme sichere Instrument der Gegenwart [1].

Mit jugendlicher Begeisterung ergriffen, führte in den Händen einer Anzahl ausgezeichneter Forscher das verbesserte Mikroskop in schnellem Fluge von Entdeckung zu Entdeckung, so dass sich wenigstens in ihren hauptsächlichsten Thei-

len die Kenntniss der Gewebeelemente und ihres Zusammentritts zu den einzelnen Geweben in unglaublich rascher Zeit erbaute. Es mag genügen, an die Namen von *Ehrenberg*, *Müller*, *Purkinje*, *R. Wagner*, *Valentin*, und *Henle* zu erinnern, wenn es sich um die Begründung der modernen Histologie handelt, zu welchen als weitere Ausbildner und Förderer eine beträchtliche Anzahl jüngerer Kräfte hinzugekommen sind.

Die ältere nicht mikroskopische Gewebelehre hatte ihren *Bichat* besessen; die neuere Histologie war so glücklich, mitten in ihrem ersten Aufschwung durch *Th. Schwann* eine der durchgreifendsten wissenschaftlichen Bearbeitungen zu erfahren[2]. Im Jahre 1839 wies derselbe nach, dass die Zelle der Ausgangspunkt aller thierischen Theile sei und auf welchem Wege aus der Zelle die verschiedenen Gewebe hervorgehen. Waren auch manche darauf bezügliche Einzelheiten schon vor *Schwann's* Arbeit bekannt und hat er selbst in Manchem geirrt, immerhin gebührt ihm das grosse Verdienst, diesen Grundgedanken, die grösste Entdeckung der Histologie, zuerst durch die Fülle der Einzelheiten durchgeführt zu haben. *Schwann* muss desshalb als Begründer der Histogenese oder der Lehre von der Entstehung der Gewebe begrüsst werden, einer der wichtigsten Seiten unserer Disziplin, welche in *Reichert*, *Koelliker*, *Remak* und Anderen ihre weiteren Bearbeiter gefunden hat.

Ein besonderer, tief in das pathologische Studium eingreifender Zweig der Histologie hat sich allmählich von der Texturlehre des normalen Organismus abgegrenzt, die Lehre von den Umänderungen der Gewebe in krankhaften Zuständen. Als Begründer der pathologischen Histologie muss *J. Müller* angesehen werden; ihren thätigsten gefeierten Forscher hat sie in der neueren Zeit in *Virchow* gefunden. Manche seiner Schüler (z. B. *Recklinghausen*, *Rindfleisch*, *Cohnheim*) haben in ehrenvollster Weise sich angereiht.

Wie die pathologische Histologie, so ist auch die vergleichende Gewebelehre für eine wissenschaftliche Erkenntniss der feineren Struktur des Thierkörpers ein unentbehrliches Supplement. Trotz zahlreicher Einzelbeobachtungen und der schönsten Untersuchungen befindet sich dieser Zweig bei der Grösse des Stoffes noch in den Kinderschuhen. *Müller*, *Siebold*, *Koelliker*, *Leydig* u. A. haben hier mit grossem Erfolge gearbeitet[3].

Anmerkung: 1) Ueber die Geschichte des Mikroskops vergl. man den ausführlichen Abschnitt bei *Harting* a. a. O. S. 692. — Das Mikroskop, seine Einrichtung, sein Gebrauch und dergleichen sind in der neueren Zeit Objekte zahlreicher literärischer Bearbeitungen geworden. Wir heben hier nur einige der wichtigeren Schriften hervor: *J. Vogel*, Anleitung zum Gebrauche des Mikroskops und zur zoochemischen Analyse, Leipzig, 1841; *Purkinje*'s Artikel »Mikroskop« in dem *Wagner*'schen Handwörterbuch der Physiologie Bd. 2. S. 411. 1845; *H. v. Mohl*, Mikrographie oder Anleitung zur Kenntniss und zum Gebrauch des Mikroskops. Tübingen 1846; *C. Queckett*, *A practical treatise on the use of the microscope. London* 1848. (Deutsche Uebersetzung von *Hartmann*. Weimar 1850); *A. Hannover*, Das Mikroskop, seine Konstruktion und sein Gebrauch, Leipzig 1854; *Harting*'s schon erwähntes treffliches Werk (zu Utrecht in den Jahren 1848—50 ursprünglich erschienen); *W. Carpenter*, The Microscope. Third edition. London 1862; *H. Schacht*, Das Mikroskop. 3. Aufl. Berlin 1862; *L. Beale*, How to work with the Microscope. Fourth edition. London 1868 und dessen Werk The Microscope in its application to practical Medicine. Second edition. London 1867; *H. Frey*, Das Mikroskop und die mikroskopische Technik. 5. Aufl. Leipzig 1873; *C. Naegeli* und *S. Schwendener*, Das Mikroskop, Theorie und Anwendung desselben. Leipzig 1867; *L. Dippel*, Das Mikroskop, seine Anwendung, Bau und Eigenschaften. Thl. 1 u. 2. Braunschweig 1867 u. 1869 (1872); *C. Robin*, *Traité du microscope. Paris* 1871. — 2) *Schwann*'s Arbeiten sind niedergelegt in einer anziehenden kleinen Schrift: Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin 1839. — 3) Was die reiche Literatur der Gewebelehre betrifft, welche wesentlich eine deutsche ist, wie der ganze Zweig vorzugsweise eine Erwerbung deutschen Fleisses, so heben wir hier allein Lehrbücher und allgemeine Hülfsmittel und auch diese nur theilweise hervor. Unter den älteren Bearbeitungen verdienen Erwähnung: *E. H. Weber* in *Hildebrandt*'s Anatomie des Menschen. Band I. 1830; *R. Wagner*, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1834

und 1835; ferner *V. Bruns*, Lehrbuch der allgemeinen Anatomie des Menschen. Braunschweig 1841; *J. Henle*, Allgemeine Anatomie, Lehre von den Mischungs- und Formbestandtheilen des menschlichen Körpers. Leipzig 1841 (das bedeutendste und noch für die Gegenwart unentbehrliche Werk der damaligen Periode; *G. Valentin*, Artikel »Gewebe des menschlichen und thierischen Körpers« im Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. S. 617. 1842; *J. Gerlach*, Handbuch der allgemeinen und speziellen Gewebelehre des menschlichen Körpers. Mainz 1848. 2. Aufl. 1853 und 54; *A. Koelliker*, Mikroskopische Anatomie oder Gewebelehre des Menschen. 1850—54, 3 Theile, sowie dessen kleineres Werk: Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Leipzig 1852, 5. Auflage 1867; — *Th. von Hessling*, Grundzüge der allgemeinen und speziellen Gewebelehre des Menschen. Leipzig 1867. — Unter den ausserdeutschen Bearbeitungen verdienen besonders Erwähnung: *Todd and Bowman, The physiological anatomy and physiology of man. London* 1856, 2 Vol.; *L. Beale*, Die Struktur der einfachen Gewebe des menschlichen Körpers, übersetzt von *V. Carus*. Leipzig 1862; ferner *Bendz, Haandbog i den almindelige Anatomie med saerligt Hensyn til Mennesket og Huusdyrene. Kjöbenhavn* 1846 und 47; *C. Morel*, Traité élémentaire d'histologie humaine normale et pathologique, précédé d'un exposé des moyens d'observer au microscope, accompagné d'un atlas etc. Deuxième édition. Paris 1864. — Das beste Kupferwerk für Gewebelehre bildet *A. Ecker*'s Ausgabe der *Wagner*'schen *Icones physiologicae*; sehr zu rühmen ist ferner: *Th. v. Hessling* & *J. Kollmann*, Atlas der allgemeinen thierischen Gewebelehre. Nach der Natur photographirt von *J. Albert*. 2 Lieferungen, Leipzig 1860 und 61. Als Jahresbericht besitzen wir den *Henle*'schen in dem *Canstatt-Virchow*'schen Unternehmen (von *Leydig*, *Hessling*, *Frey*, *Schweigger-Seidel* und *Waldeyer* fortgesetzt, und von *Henle* in der Zeitschrift für rationelle Medizin von *Henle* und *Pfeufer* weitergeführt) und den älteren *Reichert*'schen in *Müller*'s Archiv. — Als erster Versuch einer vergleichenden Gewebelehre vergleiche man *F. Leydig*, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere, Frankfurt 1857, sowie dessen Werk: Vom Bau des thierischen Körpers, Tübingen 1864. Band I, begleitet von einem Atlas. Auch *Koelliker* hat unter dem Titel: »Icones histiologicae« einen sehr schönen Atlas herauszugeben begonnen, von welchem zur Zeit zwei Hefte vorliegen. — Für Gewebeentwicklung: *R. Remak*, Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere. Berlin 1855 (ersten Rangs). — Aus der pathologischen Gewebelehre heben wir hervor: *J. Müller*, Ueber den feineren Bau und die Formen der krankhaften Geschwülste. Berlin 1838; *J. Vogel*, Pathologische Anatomie des menschlichen Körpers. Leipzig 1845; *H. Lebert, Physiologie pathologique*. Paris 1845, sowie dessen Atlas der pathologischen Anatomie. Paris 1857; *C. Wedl*, Grundzüge der pathologischen Histologie. Wien 1853; *A. Förster*, Handbuch der pathologischen Anatomie (namentlich Bd. I. allgemeine p. A.) 2. Auflage. Leipzig 1865 und dessen Atlas; *Th. Billroth*, Beiträge zur pathologischen Histologie. Berlin 1858; *E. Rindfleisch*'s vortreffliches Lehrbuch der pathologischen Gewebelehre, Leipzig, 3. Auflage. 1872; *E. Klebs*, Handbuch der pathologischen Anatomie. Berlin 1868—70. — Die Arbeiten *R. Virchow*'s finden sich namentlich in dessen Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und klinische Medizin; ebenso zum Theil in den Verhandlungen der physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg; man vergl. auch dessen gesammelte Abhandlungen zur wissenschaftlichen Medizin. Frankfurt 1856; Die krankhaften Geschwülste. 30 Vorlesungen. Berlin 1863—67. 3 Bände, sowie das höchst anregende und bedeutende Werk: Die Cellularpathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre. 4. Auflage. Berlin 1871.

§ 4.

Wir haben aus dem früheren Abschnitte ersehen, dass die Kenntniss von dem anatomischen Verhalten der Gewebe verhältnissmässig eine sehr junge Disziplin des naturwissenschaftlichen und medizinischen Studium bildet. Noch viel späteren Ursprungs ist die sogenannte Histochemie oder die Chemie der Gewebe, die Lehre von der Mischung der letzteren. Indem die Histochemie eine Anwendung von Thatsachen der organischen Chemie bildet, ist sie in ihrem Entwicklungsgange von letzterer abhängig und durch die Kenntniss der organischen Verbindungen überhaupt erst ermöglicht worden.

Das Wissen von den organischen Körpern aber, wenn auch in seinen Anfängen schon in den Kindertagen des chemischen Studium vorhanden, konnte, sobald es sich um eine wissenschaftliche Erkenntniss handelte, bei der Natur seiner Objekte der Kenntniss der anorganischen Körper und ihrer Verbindungen nur nachfolgen. Erst nachdem diese als das Einfachere bis zu einem gewissen Grade erforscht und die wichtigsten Gesetze des anorganischen Chemismus ermittelt waren,

konnte es möglich werden, in das viel schwierigere Gebiet der organischen Chemie mit Erfolg einzudringen.

Allerdings hatte schon im vorigen Jahrhundert *Scheele* (1742—1786) höchst interessante Entdeckungen in letzterer Disziplin gemacht, wie diejenigen einer Anzahl pflanzlicher Säuren, des Glycerin, der Harnsäure und Blausäure; doch waren dieses eben nur Einzelheiten, deren wissenschaftliche Verwerthung einer späteren Zeit vorbehalten bleiben musste. Erst mit der Einführung der quantitativen Richtung in der Chemie durch *Lavoisier* (1743—1794), nachdem als Zeitgenosse *Priestley* (1733—1804) den Sauerstoff entdeckt hatte, beginnt die Neuzeit der chemischen Wissenschaft, die Periode des exakten Studium nach dem Umsturz der phlogistischen Theorie. Erst jetzt, an der Hand der Waage, wird es möglich, die Gesetze der chemischen Verbindungen zu erfassen, die Elemente in den organischen Körpern zu erkennen, die Begriffe von Aequivalent und Atomgewicht zu begründen, die Basis einer Stöchiometrie zu gewinnen. Wie in der mikroskopischen Anatomie die Verbesserung des Werkzeuges in kurzer Zeit ein ausgedehntes Wissen ermöglicht hat, so sehen wir hier im Gebiete der Chemie, durch das Genie *Lavoisier*'s erweckt, eine Periode anheben, welche im raschen Strome der Entdeckungen die neue chemische Wissenschaft in kurzer Zeit zu wunderbarer Ausdehnung und Ausbildung anschwellen liess.

Wir können diesen Entwicklungsgang hier nicht genauer verfolgen [1]), und heben darum nur einige Einzelheiten hervor.

Durch die Arbeiten *Vauquelin*'s (1763—1829) und *Fourcroy*'s (1755—1809) nahm die Kenntniss organischer Substanzen einen ersten Aufschwung, wobei auch die Zoochemie durch das Studium der Harnbestandtheile nicht leer ausging. Eine weitere Förderung in letzter Richtung fand durch *Proust* (1755—1826) statt. Im Jahre 1815 machte *Gay-Lussac* (1788—1852) die Entdeckung des Cyan, eines organischen Körpers, welcher in seinen Verbindungen gleich einem organischen Elemente sich verhält. Er bereitete so die Lehre von den organischen Radikalen vor, welche später in den Händen anderer Forscher ihre weitere Begründung und Ausbildung erfahren hat. Von *Thénard* (1777—1857) wurden ebenfalls wichtige Erwerbungen im Gebiete der organischen wie der thierischen Chemie gemacht. *Chevreul* lieferte im Jahre 1823 seine berühmte Arbeit über die thierischen Fette. Unsere heutige Elementaranalyse (später so sehr vervollkommnet) war schon durch *Gay-Lussac* und *Thénard* vorbereitet und damit die Kenntniss organischer Körper auch in quantitativer Hinsicht ermöglicht worden.

Durch *Berzelius* (1779—1848) aber, den grössten Chemiker seiner Zeit, erfuhr die ganze Chemie einen glänzenden Aufschwung, insbesondere aber das Wissen von den organischen Stoffen, welche zuerst durch ihn mit der Genauigkeit des heutigen Tages untersucht wurden; durch ihn wurde die Stöchiometrie der organischen Körper geschaffen; er muss als Begründer einer zusammenhängenden, gegliederten Thierchemie betrachtet werden. Als Entdecker des Isomorphismus ist *Mitscherlich* (geb. 1796) festzuhalten. Unter den Lebenden ist an die Stelle des schwedischen Naturforschers *Liebig* (geb. 1803) getreten, indem er um die Chemie der organischen Verbindungen sich die grössten Verdienste erworben und durch seine unvergänglichen populären Darstellungen der chemischen Wissenschaft auch im weiteren Kreise die volle Anerkennung verschafft hat. Wir müssen in ihm den Begründer unserer heutigen physiologischen Chemie und unserer gegenwärtigen Elementaranalyse erblicken. *Wöhler* (geb. 1800), *Liebig*'s genialer Mitarbeiter, hatte im Jahre 1828 durch seine berühmte Entdeckung der Komposition des Harnstoffs einen höchst wichtigen Schritt zum Verständniss der Entstehung organischer Substanzen im Organismus gethan.

Anmerkung: 1) Wir verweisen über diesen Gegenstand auf *Kopp*'s Geschichte der Chemie. Braunschweig 1843—47. 2 Bände.

§ 5.

Die Kenntniss der im Thierkörper auftretenden Substanzen, ihrer Konstitution, Eigenschaften, Umsetzungen u. a. mehr bildet den Vorwurf der sogenannten Zoochemie. Die Anwendung zoochemischer Thatsachen auf die im Organismus vorkommenden Prozesse, die Verfolgung der chemischen Seite des Lebens, der Bedeutung, welche die Mischungsbestandtheile für dasselbe besitzen, ergibt, wenn auch nicht den ausschliesslichen, doch den hauptsächlichsten Inhalt der physiologischen Chemie. Dass beiderlei Zweige erst entstehen konnten, nachdem die Wissenschaft der Chemie eine gewisse Ausbildung erlangt hatte, wurde schon früher bemerkt und bedarf keiner weiteren Erörterung.

Eine besondere Anwendung der Zoochemie und der physiologischen Chemie auf die unseren Körper bildenden Gewebe stellt nun die Histochemie dar. Sie beschäftigt sich mit der chemischen Konstitution der Formelemente und somit auch der Gewebe, mit den hier vorkommenden Stoffen, mit ihrer Einfuhr und ihrem Ursprung, mit der Bedeutung, welche sie für das Leben von Formbestandtheil und Gewebe besitzen, mit ihren Umwandlungen und Zersetzungen, ihrer Wegfuhr etc.

Zu einer Histochemie liegen gegenwärtig nur Anfänge vor. Und in der That stellen sich auch, durch die Natur des Objektes bedingt, gerade dieser Seite des chemischen Studium grosse Schwierigkeiten entgegen. Verglichen mit der ausserordentlichen Feinheit der anatomischen Analyse durch das Mikroskop der Neuzeit sind die Trennungsmittel, welche dem Chemiker den veränderlichen Bestandtheilen der Gewebe gegenüber zu Gebote stehen, nur grob und plump. Während der Histolog z. B. an dem gewöhnlichen Formbestandtheil des Organismus, der Zelle, mit Leichtigkeit Hülle, Inhalt, Kern und Kernkörperchen zu unterscheiden vermag, ist die chemische Analyse fast immer ausser Stand, diese einzelnen Theile getrennt in den Kreis der Untersuchung zu ziehen; ja es gelingt ihr gewöhnlich nicht einmal, gleichartige Formbestandtheile für sich zu analysiren, unbekümmert um die weitere Zusammensetzung letzterer. Bei der zusammengesetzten Natur der meisten Gewebe liegen meistens Gemenge mehrerer Formbestandtheile vor, welche durch die Hülfsmittel des Chemikers nicht getrennt werden können.

Wir dürfen nach dem eben Bemerkten die Anforderungen an die Histochemie der Gegenwart nicht allzu hoch stellen. Indessen, es würde höchst ungerecht sein, über die nothwendigen Mängel die Erwerbungen, welche schon jetzt dieser Zweig der Chemie gemacht hat, zu vergessen. In der That ist ohne Kenntniss der Mischung ein genügendes wissenschaftliches Studium der Histologie unmöglich und diese in Gefahr, in die minutiösesten Formspielereien sich zu verlieren. Wie die Gewebechemie allerdings nur auf die genaue Erforschung des anatomischen Verhaltens der Gewebe gegründet werden kann, so bildet sie anderen Theiles für die Histologie die unentbehrliche Ergänzung.

Unter den Männern, welche um diesen Zweig des Studium sich besondere Verdienste erworben haben, verdienen die Namen von *Mulder*, *Donders*, *C. Schmidt*, *Lehmann*, *Schlossberger*, *Hoppe*, *Kühne* u. A. genannt zu werden. *Schlossberger* ist Verfasser des ersten Lehrbuchs der Gewebechemie, welches die Literatur aufzuweisen hat[1]).

Anmerkung: 1) Was die Literatur betrifft, so finden sich die älteren Erfahrungen niedergelegt in *Henle's* allgemeiner Anatomie, während die neuesten Lehrbücher der mikroskopischen Anatomie diesen Zweig ziemlich stiefmütterlich behandeln. Zur Kenntniss der Gewebe mögen erwähnt sein: *Mulder*, Versuch einer allgemeinen physiologischen Chemie. Braunschweig 1844; ferner der dritte Theil von *Lehmann's* Lehrbuch der physiologischen Chemie. Leipzig 1853, 2. Auflage; sowie dessen Zoochemie. Heidelberg 1858, und Handbuch der physiologischen Chemie, 2. Aufl. Leipzig 1859; *Schlossberger*, Die Chemie der Gewebe des gesammten Thierreichs. Leipzig und Heidelberg 1856; *v. Gorup-Besanez*, Lehrbuch der physiologischen Chemie, 2. Aufl. Braunschweig 1867, sowie dessen Anleitung zur qualitativen und quantitativen zoochemischen Analyse, 3. Aufl. Braunschweig 1871;

F. Hoppe-Seyler, Handbuch der physiologisch- und pathologisch-zoochemischen Analyse. 3. Auflage. Berlin 1870, sowie endlich die ausgezeichnete Schrift von *W. Kühne*, Lehrbuch der physiologischen Chemie. Leipzig 1866—68. Als Kupferwerk verdient Empfehlung: *O. Funke's* Atlas zur physiologischen Chemie. 2. Aufl. Leipzig 1858. Zur Orientirung über den gegenwärtigen Zustand der organischen Chemie überhaupt verweisen wir namentlich auf *C. Schorlemmer's* Lehrbuch der Kohlenstoffverbindungen oder der organischen Chemie. Braunschweig 1871—72.

§ 6.

Es erübrigt uns endlich noch über den Plan der Darstellung, welcher in dem Folgenden eingehalten ist, einige Bemerkungen vorauszusenden. Histologie und Histochemie verbunden oder die Lehre von dem feineren Bau der Theile und der chemischen Beschaffenheit jener bilden eine der wichtigsten Grundlagen der Physiologie und der wissenschaftlichen Pathologie. Es ergeben sich unserer Anschauung nach drei naturgemässe Abschnitte.

Ein erster Theil beschäftigt sich mit den den menschlichen und thierischen Körper bildenden Stoffen, ihren histologischen und, soweit sie davon nicht getrennt werden können und zum Verständniss nothwendig sind, ihren physiologischen Beziehungen. Er behandelt ebenfalls in einem anderen anatomischen Abschnitte die organisirten Einheiten des Leibes, die Gewebe- oder Formelemente, ihre Gestalt und Mischung, Bedeutung und Entstehung, ihr weiteres Schicksal, das Hervorgehen derselben aus einander und Verwandtes mehr: Er bildet die allgemeine Histologie und Histochemie.

Ein zweiter Theil, die Histologie im engeren eigentlichsten Sinne des Wortes, erörtert die einzelnen Gewebe in ihrem anatomischen Verhalten, ebenso in ihrer Mischung. Er hat also zu verfolgen, wie die aus dem ersten Abschnitte bekannten Formelemente beim Aufbau gewisser Massen verwendet werden. Dass hier noch die physiologischen Beziehungen der Gewebe, ebenso ihre Entstehung zur Sprache kommen müssen, versteht sich von selbst.

Ein dritter Abschnitt endlich befasst sich mit dem Aufbau der Organe und Systeme unseres Körpers durch die verschiedenen Gewebe oder mit der feineren Struktur jener. Er bildet die topographische Histologie.

I.

Die Mischungs- und Formbestandtheile des Körpers.



1. Mischungsbestandtheile.

§ 7.

Die Untersuchungen der Chemiker haben uns mit einer beträchtlichen Anzahl theils organischer, theils anorganischer Körper bekannt gemacht, welche als Mischungsbestandtheile in die Zusammensetzung des menschlichen Leibes eintreten, und der rasche Fortschritt der chemischen Wissenschaft bringt es mit sich, dass die Zahl dieser Substanzen alljährlich grösser und grösser wird.

Diese Körper werden nun keineswegs ein- für allemal in den Organismus abgelagert, um das ganze Leben hindurch demselben anzugehören und unveränderliche Bestandtheile seiner flüssigen und festen Theile zu bilden. Die Materie des Thierleibes ist vielmehr einem beständigen Wechsel, einer beständigen Umänderung — um es kurz auszudrücken, — einem immerwährenden Kommen und Gehen unterworfen.

Die Substanzen, welche als gewebebildende die Theile unseres Körpers aufbauen, bestehen neben Wasser und gewissen Mineralbestandtheilen aus einigen Gruppen organischer Stoffe, aus den sogenannten Eiweiss- oder Proteinkörpern, sowie den näheren Abkömmlingen derselben, darunter besonders den leimgebenden und der elastischen Materie, ferner aus Fetten und einigen Farbestoffen. Es ist somit die Anzahl der unseren Leib bildenden chemischen Verbindungen ursprünglich eine nicht bedeutende.

Indem jedoch diese Bestandtheile des Leibes nicht unverändert ein für alle Mal dieselben bleiben, indem sie vielmehr der Abnutzung und Veränderung und dadurch bedingt auch dem Wechsel unterworfen sind, sehen wir grosse ausgedehnte chemische Umsatzreihen mit dem Gehen der Materie verbunden. Es kann uns desshalb nicht Wunder nehmen, wenn aus der beschränkten Zahl histogenetischer Körper ein ganzes Heer der Umsatz- oder Zersetzungsprodukte hervorgeht. Auch die Einfuhr neuen, zum Ersatz des Verlustes dienenden Materials in den Leib führt der chemischen Umwandlungen noch gar manche herbei.

Die Lehre von den Mischungsbestandtheilen des Körpers würde nun auf alle diese Gesichtspunkte Rücksicht zu nehmen haben. Ihr würde es zukommen zu zeigen, durch welche chemische Prozesse die von aussen eingeführten Nahrungsstoffe endlich zu den Gewebe- und Organbestandtheilen werden, oder mit anderen Worten, die Bildungsgeschichte der histogenetischen Substanzen zu verfolgen. Auf der anderen Seite würde es sich darum handeln, das Verständniss der so zahlreichen Zersetzungsprodukte zu gewinnen, darzuthun, wie und durch welche chemischen Prozesse sie aus den histogenetischen Körpern hervorgehen, welches die Reihenfolgen zwischen ihnen selbst sind, wie das eine Zersetzungsprodukt aus dem andern entsteht und was ihr endliches Geschick ist, bis sie unsern Leib verlassen. Nur auf diesem Wege würde ein genügendes Verständniss des chemischen Aufbaus und Untergangs unseres Körpers zu erlangen sein.

Leider aber vermag die Gegenwart diesen Anforderungen nicht im Entferntesten zu genügen. Wir kennen allerdings zur Zeit den Gesammtwechsel der Körpermasse leidlich, ungenügender aber denjenigen der einzelnen Gewebe und Organe. Wir sind wohl zur Annahme berechtigt, dass dieser Stoffwechsel in den letzteren eine verschiedene Stärke besitze, dass er mit dem Gebrauche ein steigender und mit der Ruhe der Theile ein sinkender sei; aber wir haben fast keine Thatsachen, um die Grösse des Stoffumsatzes auch nur für ein einziges Gewebe mit wünschenswerther Genauigkeit darzuthun.

Ist aber schon auf diesem Wege das Geschick vieler Körperbestandtheile in Dunkel gehüllt, so bietet das eigentliche chemische Verhalten wo möglich noch grössere dar. Wissen wir auch bei manchen dieser Substanzen zu sagen: »sie sind Zersetzungsprodukte, Reste, Trümmer der Gewebe, ihres Bleibens im Körper ist nicht mehr«, so entstehen für andere derselben Schwierigkeiten, wenn es sich darum handelt, zu ermitteln, welcher Seite des Stoffwandels, der anbildenden oder rückbildenden sie angehören dürften. Wir vermögen von vielen Zersetzungsprodukten das Herkommen noch nicht einmal anzugeben und in die chemischen Umsatzreihen selbst sehen wir entweder gar nicht oder nur ganz ungenügend hinein. Ueberschüssig eingenommenes Ernährungsmaterial, wie es so häufig eingeführt wird, vermag dabei noch in seinen Umsatzreihen von den Umwandlungen der Körperbestandtheile kaum genau unterschieden zu werden. Von manchen Mineralstoffen endlich wissen wir noch nicht einmal, ob sie wesentliche integrirende Bestandtheile unseres Leibes darstellen oder nur als zufällige, von aussen aufgenommene zu betrachten sind.

Es ist nun allerdings vorwiegend Sache der Physiologie, diesen Wandel der Materie im Einzelnen zu verfolgen und in seiner vollen Bedeutung für das thierische Leben zu erfassen. Eine Histochemie wird es aber nicht vermeiden können, manchfach in dieses physiologisch-chemische Getriebe einzutreten, da ja nur auf diesem Wege ein Verständniss der die Gewebe und Organe aufbauenden Körper gewonnen werden kann.

Ausgehend von dem Satze, dass die physiologische Bedeutung eines Stoffes von seiner chemischen Konstitution in erster Linie abhängig ist, wählen wir zur Vorführung der Mischungselemente des menschlichen Körpers eine vorwiegend chemische Eintheilung.

A. Eiweissstoffe oder Proteinkörper.

§ 8.

Keinem Organismus fehlend und bei dem Aufbau aller Gewebe sich betheiligend, ebenso die wichtigsten Nahrungsmaterialien des Körpers bildend erscheinen diese Stoffe für das thierische Leben von höchstem Range; ja sie können recht eigentlich als die chemischen Substrate des letzteren angesehen werden. Ihre gewebebildende, histogenetische Natur [1]) tritt uns an dem embryonalen Körper fast in noch höherem Grade als an dem reifen Leibe entgegen, da in letzterem Vieles aus anderen als eiweissartigen Stoffen besteht, so aus Kollagen, Chondrigen, elastischer Substanz, Fetten, während in frühester Zeit hier überall Proteinkörper vorhanden waren. Indessen auch die eben erwähnten Substanzen sind als Abkömmlinge dieser aufzufassen, hervorgegangen aus weiteren Umwandlungen der Eiweisskörper. Die grosse Neigung zu Wandlungen und Zersetzungen, welche alle Stoffe dieser Gruppe besitzen, führt das Erscheinen einer sehr bedeutenden Anzahl von Substanzen im Organismus herbei, welche theils noch an dem Aufbau der Theile, wenn gleich in mehr untergeordneter Art, sich betheiligen, theils weiter verändert die Bedeutung unbrauchbar gewordener, das Leben nicht mehr unterhaltender Materien tragen und darum die Flüssigkeiten des Körpers

durchkreisen, bis sie in den Absonderungen letzteren verlassen, oder auch in den Geweben als Schlacken liegen bleiben können.

Alle Proteinkörper sind höchst zusammengesetzte Stoffe, in welchen neben Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff ein hoher Stickstoffgehalt, ebenso Schwefel als nicht fehlendes Element erscheint und fälschlicherweise früher sogar noch Phosphor angenommen wurde [2]. Ihre wahre Konstitution ist völlig dunkel.

Sie alle quellen im Wasser auf, gehen mit Säuren und Basen Verbindungen ein; ob aber in festen Proportionen steht anhin. In Alkalien lösen sie sich, aber wohl unter Umänderung oder Zersetzung. Aus der Lösung werden sie durch Mineralsäuren gefällt. Auch mit Säuren gehen sie Verbindungen ein, welche durch Alkalien eine Fällung erfahren. Mit Salpetersäure färben sie sich gelb, unter Bildung der sogenannten Xanthoproteinsäure; durch eine Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul, welche salpetrige Säure enthält (*Millon*'sches Reagens), nehmen sie eine rothe Farbe an, durch Iod eine gelbbraune. Mit konzentrirter Salzsäure lösen sie sich unter violetter Färbung auf. Mit Zucker und konzentrirter Schwefelsäure versetzt, werden die Proteinkörper purpurroth, später mehr violett (*Schultze*), eine Reaktion, welche sie im Uebrigen mit den Gallensäuren und mit dem Elain theilen. Ihre wässerigen Lösungen lenken den polarisirten Lichtstrahl nach links ab. Durch oxydirende Agentien, durch trockne Destillation und durch Fäulniss erhalten wir aus den Eiweisskörpern zahlreiche Zersetzungsprodukte, wie Ameisensäure, Essigsäure, Benzoesäure, Bittermandelöl, sowie krystallinische Körper, das Leucin und Tyrosin (s. u.).

Die meisten Proteinkörper erscheinen in zwei isomeren Modifikationen, einer gelösten oder gequollenen, so in den meisten Flüssigkeiten und zahlreichen Geweben des Organismus, und einer unlöslichen oder geronnenen. Aus ersterer gehen sie auf verschiedenem Wege in die letztere Form über, theils durch Kochen, theils durch stärkere Säuren, theils auch, wie man zu sagen pflegt, spontan. In der ersteren Modifikation lassen sich die einzelnen Proteinkörper leichter von einander durch bestimmte Reaktionen unterscheiden, als in der geronnenen Form.

Anmerkung: 1) Als Beispiel möge vorläufig der Gehalt einer Reihe fester und flüssiger Gewebe an Eiweissstoffen dienen. Es enthalten: Krystalllinse 38,3%, Muskeln 16,2, Thymusdrüse 12,3, Leber 11,7, Gehirn 8,7, Rückenmark 7,5, Blut 19,6, Lymphe 2,5, Chylus 4,1. — 2) Als Beispiele prozentischer Zusammensetzung geben wir hier einige Analysen untersuchter Eiweisskörper:

	Serumalbumin	Fibrin	Syntonin	Globulin	Kasein
C	53,5	52,6	54,1	54,5	53,6
H	7,0	7,0	7,3	6,9	7,1
N	15,5	17,4	16,0	16,5	15,7
O	22,4	21,8	21,5	20,9	22,6
S	1,6	1,2	1,1	1,2	1,0

§. 9.

Die verwickelte Zusammensetzung der uns beschäftigenden Stoffe, ihre indifferente Natur, ihre hohe Zersetzlichkeit tragen die Schuld, dass uns ihre wahre Konstitution zur Zeit gänzlich unbekannt ist, ja dass gerade über sie, die wichtigsten aller Thiersubstanzen, ein betrübendes Dunkel herrscht und wir noch nicht einmal die einzelnen Eiweisskörper mit einer gewissen Sicherheit anzugeben vermögen.

Die grosse Veränderlichkeit der Proteinkörper führt im Organismus zur Bildung einer beträchtlichen Anzahl von Zersetzungsprodukten derselben, deren Entstehungen und Beziehungen uns leider zum grössten Theile noch sehr unklar sind. Als solche dürfen wir gegenwärtig bezeichnen: Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure, Gallensäuren, Taurin, Glycin, Leucin, Tyrosin, Sarkin, Kreatin, Kreatinin, Glykogen, Trauben- und Milchzucker, Inosit u. a. mehr. Es ist zur Zeit

nicht möglich, aus diesen Stoffen einen irgendwie sicheren Aufschluss über die Konstitution der Proteinkörper selbst zu gewinnen. Doch dürfen wir jene als eine sehr verwickelte vermuthen.

Es müssen ferner in Folge ihrer grossen Zersetzlichkeit die Proteinstoffe in hohem Grade tauglich erscheinen, als Fermentkörper oder Gährungserreger zu wirken, d. h. andere Stoffe umzusetzen, ohne hierbei durch ihre chemischen Verwandtschaftskräfte thätig zu sein. Wir kommen darauf §. 12. zurück.

Fragen wir endlich nach den für die Histogenese besonders wichtigen Eigenthümlichkeiten der Proteinkörper (und ihrer gewebebildenden Abkömmlinge), so haben wir hier Folgendes festzuhalten:

1. Der Umstand, dass unsere Substanzen nicht krystallinisch [1]) sind, also gewöhnlich Kolloidstoffe im Sinne *Graham*'s [2]) darstellen, muss sie als besonders tauglich erscheinen lassen, die spezifischen Formen der Gewebeelemente zu gewinnen und dieselben festzuhalten.

2. Ihre Neigung Wasser anzuziehen und in demselben zu gallertigen, hydratartigen Massen aufzuquellen, muss sie befähigen, die wasserreichen, weichen und halbfesten Massen vieler Gewebe darzustellen. Ihr Quellungsvermögen scheint in schwach saurem oder alkalischem Wasser am grössten, in Lösungen neutraler Salze geringer als in reinem Wasser.

3. Die bedeutende Leichtigkeit, mit welcher die Proteinkörper aus der einen ihrer Modifikationen in die andere sich umwandeln und die flüssige Erscheinungsform mit der gequollenen oder festen vertauschen, sowie umgekehrt, wird sie befähigen, aus den thierischen Säften in fester Gestalt sich abzuscheiden, ebenso bei nachheriger Verflüssigung eine leichte Wegfuhr gestatten.

4. Während die gequollenen Proteinkörper krystallinische Substanzen wie Wasser diffundiren lassen, setzen sie der Diffusion kolloider Substanzen hartnäckigen Widerstand entgegen.

5. Haben die Eiweissstoffe die Neigung, mit anderen Körpern, Fetten und phosphorsaurer Kalkerde, sich zu mengen, so dass sie dieselben hartnäckig zurückhalten und darum als Träger derselben in Betracht kommen.

6. Es wird dagegen die grosse Zersetzlichkeit der eigentlichen Eiweissstoffe sie als wenig tauglich erscheinen lassen, für längere Zeit unveränderliche Mischungsbestandtheile eines Gewebes zu bilden, und letzterem auch eine gewisse Vergänglichkeit ertheilen, wie sie uns manche der aus jenen bestehenden Gebilde in auffälliger Weise auch zeigen. Anders ist es dagegen mit einigen ihrer Abkömmlinge, deren Umsetzung eine viel beschränktere zu sein scheint, z. B. Hornstoff, Chondrigen, elastischer Substanz. Gerade diese werden zu bleibenderen Geweben vielfach benützt, zur Bildung indifferenter Membranen für den Durchtritt thierischer Flüssigkeiten, den Einschluss derselben etc.

Anmerkung: 1) *Deen* (Centralblatt für die mediz. Wissensch. 1864, S. 355) wollte irrthümlich alle Eiweisskörper in krystallinischer Form erhalten haben, was dann *Böttcher* (*Virchow*'s Archiv, Bd. 32, S. 525) für Sperma und Hühnereiweiss meinte bestätigen zu dürfen. — 2) Man vergl. den interessanten Aufsatz dieses Forschers in den Annalen, Bd. 121, S. 1.

§ 10.

Eiweiss, Albumin.

Unter allen Proteinkörpern des thierischen Organismus der wichtigste, gerinnt das Eiweiss zwischen 55 und 75° C. aus seinen Lösungen in Flocken (aus sehr verdünnten Lösungen erst bei einer höheren Temperatur) und nicht freiwillig gleich dem später zu besprechenden sogenannten Fibrin.

Wie bei den Proteinstoffen im Allgemeinen, so haben wir auch hier die beiden Erscheinungsformen, das lösliche und das geronnene Eiweiss zu unter-

scheiden. Ersteres erscheint wiederum manchfach verschieden. Doch lassen sich wohl alle diese Differenzen durch Zumischungen anderer Stoffe, der Alkalien und Säuren erklären.

Das lösliche Albumin wird gefällt durch Alkohol, Mineralsäuren, Gerbsäure und die meisten Metallsalze. Ebenso fällt ein Strom von Kohlensäure einen bald grösseren, bald geringeren Theil des Stoffes.

In die unlösliche Modifikation geht es über, wie schon erwähnt, durch Kochen, dann durch die meisten Säuren, ohne dabei jedoch immer präzipitirt zu werden[1]. Ebenso schlagen die Alkalien das Albumin zwar nicht nieder, verwandeln es aber in der Regel in eine schwer lösliche Form[2].

Das Eiweiss findet sich in den thierischen Säften nicht rein, sondern mit etwas Natron verbunden, wobei ein salzhaltiges Wasser das Lösungsmittel herstellt. Ein derartiges Eiweiss reagirt schwach alkalisch, gerinnt weniger in Flocken als in fast gallertartigen Massen und ist überhaupt leichter löslich als reines Albumin. Ein noch höherer Gehalt an Natron vermag die Gerinnung des Eiweisses durch die Wärme wiederum manchfach zu ändern.

Das geronnene Eiweiss theilt die Eigenschaften der übrigen Proteinstoffe in dieser Erscheinungsform.

Das Albumin, aus den Proteinkörpern der Nahrungsmittel stammend, erscheint als Bestandtheil des Blutes, des Chylus und der Lymphe, ebenso der die Organe durchtränkenden Flüssigkeiten. In Verbindung mit eigenthümlichen Substanzen scheint es das Nervenmark darzustellen. Wie weit es in geronnener Form durch den Organismns verbreitet ist, bildet eine bei dem jetzigen Zustande des Wissens schwer zu entscheidende Frage. Doch dürfte sein Vorkommen kaum ernstlich zu bezweifeln sein und der feinkörnige Inhalt vieler thierischer Zellen aus ihm ganz oder theilweise bestehen.

Ebenso befinden wir uns in Verlegenheit, wenn wir die histogenetische Bedeutung des Eiweisses im Einzelnen näher bestimmen sollen. Doch muss sie zweifelsohne als eine sehr hohe angenommen werden, indem das Albumin gerade derjenige Proteinkörper des Organismus ist, aus welchem vielfach die anderen erst hervorgehen.

Anmerkung: 1) *Panum* (*Virchow*'s Archiv Bd. 4, S. 17) zeigte, dass durch die Einwirkung von Essigsäure oder gewöhnlicher Phosphorsäure aus dem Eiweiss ein neuer Körper, das Acidalbumin, entsteht, welcher leicht löslich im Wasser ist, unlöslich dagegen in den konzentrirten Lösungen neutraler Alkalisalze. Seine Lösung in salzfreiem Wasser wird durch Erhitzen nicht getrübt. — 2) Die Verbindung des Eiweisses mit Kali, das Kalialbuminat, haben *Lieberkühn* (*Poggendorff*'s Annalen Bd. 86, S. 117) und *Rollett* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 39, S. 347) näher studirt.

§ 11.

Faserstoff, Fibrin; fibrinogene und fibrinoplastische Substanz.

Man hat früher als Faserstoff oder Fibrin einen Körper beschrieben, welcher nicht durch die Siedhitze gerinnt, sondern, wie man sich auszudrücken pflegt, spontan, kurze Zeit nach der Entleerung aus den thierischen Flüssigkeiten, in welchen er während des Lebens gelöst war.

Dieses Fibrin gerinnt schneller in der Wärme als bei niederer Temperatur. Der Sauerstoff der Atmosphäre hat wohl keine die Gerinnung befördernde Einwirkung, denn auch im Innern des Leibes, in abgeschlossenen Räumen gerinnt aus zur Ruhe gekommenen Flüssigkeiten der Faserstoff. Verzögert werden kann der Gerinnungsprozess durch Kohlensäure, verhindert durch den Zusatz verschiedener Alkalisalze, z. B. Glaubersalz.

Das geronnene Fibrin ist indessen niemals rein zu erhalten, da im Momente der Koagulation der Faserstoff die zahlreichen zelligen Bestandtheile seiner Flüs-

sigkeiten einschliesst. Im Uebrigen bietet er wiederum mancherlei Verschiedenheiten dar. In Salzsäure-haltigem Wasser quillt er nur auf, ohne sich aber zu lösen (*Liebig*), im Gegensatze zu dem aus der Muskelsubstanz erhaltenen Syntonin (s. u.). Geronnenes Fibrin löst sich ebenfalls in den Solutionen verschiedener Alkalisalze, z. B. des salpetersauren und kohlensauren Kali bei mässig erhöhter Temperatur zu einem albuminartigen Körper auf. Es zersetzt ferner in hohem Grade Wasserstoffsuperoxyd (*Thénard*). Der Faserstoff wird aus dem Blute, dem Chylus, der Lymphe im Allgemeinen in geringer, aber wechselnder Menge erhalten; ebenso aus serösen Transsudaten.

Gedenken wir hier noch mit einigen Worten der Gerinnungserscheinungen des Faserstoffs. Fibrinhaltige Flüssigkeiten werden sehr bald dickflüssiger bis zum Gallertartigen. Später in Folge fortschreitender Zusammenziehung des Faserstoffes wird ein Theil der vorher eingeschlossenen Flüssigkeit ausgepresst und das Koagulum nimmt unter fortschreitender Verkleinerung nach einigen Stunden eine gewisse Festigkeit an. Die mikroskopische Untersuchung zeigt uns anfänglich eine homogene Gallerte, später ein Gewirr meist sehr feiner (selten breiterer) Fäden oder Fasern und von ihnen eingeschlossen die zelligen Körperchen der Flüssigkeit. Von Manchem werden diese Fasern als der optische Ausdruck von Faltungen feiner membranöser Massen angesehen.

Was seine Bedeutung betrifft [1]), so nahm man im Allgemeinen an, dass er aus dem Eiweiss hervorgehe und da seine Analysen einen etwas höheren Sauerstoffgehalt als beim Albumin erkennen liessen, so hatte man hierauf die Hypothese begründet, dass Fibrin durch einen Oxydations- oder Verwesungsprozess eiweissartiger Körper gebildet werde.

Vor einigen Jahren theilte uns *A. Schmidt* eine interessante und wichtige Entdeckung mit, welche alle früheren Theorien, die man über die Beschaffenheit des Faserstoffs aufgestellt hatte, über den Haufen warf [2]).

Nach diesem Forscher gibt es in den strömenden Körpersäften überhaupt keinen flüssigen Faserstoff. Es bildet sich derselbe im Blute und anderen Flüssigkeiten erst durch die chemische Verbindung zweier sich sehr nahestehender Stoffe, welche »fibrinogene« und »fibrinoplastische« von dem Verfasser genannt worden sind. Die fibrinogene Substanz (auch Metaglobulin genannt) erscheint gelöst im Blutplasma; die fibrinoplastische (Paraglobulin) dagegen (welche, sich mit den fibrinogenen vereinigend, letztere zu Fibrin macht) findet sich nach *Schmidt*'s Ansicht zunächst im Körper der farbigen Blutzellen und tritt aus diesen in die Flüssigkeit (das Blutplasma) über. Sie ist dem Globulin jener Zellen (§ 12) höchst ähnlich oder (*A. Schmidt*) identisch und wahrscheinlich auch mit dem sogenannten Serumkasein (§ 12, Anm. 2) zusammenfallend. Fibrinoplastisch sind ferner Lymphe, Chylus, Eiter, viele mit Zellen versehene Gewebe (nicht aber Knorpel und Sehne), sowie Flüssigkeiten, in welche jener Zelleninhalt übergegangen ist, z. B. Blutplasma, Synovia, Augenflüssigkeiten und Speichel. Auch die fibrinogene Substanz, welche übrigens in ihren Reaktionen der fibrinoplastischen sehr ähnlich sich verhält (beide werden aus ihren verdünnten Lösungen durch Einleiten von Kohlensäure ausgefällt), erscheint in weiter Verbreitung durch den Organismus und ist in fast allen serösen Flüssigkeiten, sowie in der das Bindegewebe und den Muskel durchtränkenden Flüssigkeit enthalten. Die schnellen Stoffwandlungen, welche in den strömenden Körpersäften vorgehen, sollen die Fibrinbildung während des Lebens verhindern. *Schmidt* glaubt sich im Uebrigen zu der Annahme berechtigt, dass bei der chemischen Verbindung jener beiden Muttersubstanzen zu geronnenem Faserstoff das sie in Lösung haltende Alkali frei werde [3]).

Anmerkung: 1) Die Ansichten über das Fibrin gehen von jeher weit auseinander, namentlich darüber, wie man sich diesen Körper vor der Gerinnung in den thierischen Flüssigkeiten vorzustellen habe. So z. B. nimmt unter den neueren Forschern *Virchow* an,

dass in letztern eine »fibrinogene« Substanz als eine Vorstufe des Faserstoffs vorkomme, welche noch nicht die Fähigkeit freiwilligen Gerinnens besitze, und ein aus jener Vorstufe wahrscheinlich durch Oxydation erst hervorgegangenes Fibrin mit dem bekannten charakteristischen Koagulationsvermögen. Vergl. *Virchow's* Gesammelte Abhandlungen zur wissenschaftlichen Medizin. Frankfurt 1856. S. 104. — Während *Virchow* in seiner Arbeit den Ausspruch thut: »Wir haben gar keinen Grund anzunehmen, dass der Körper, welcher nach seiner Gerinnung sich als Faserstoff darstellt, nicht schon unmittelbar vor der Gerinnung existirt habe«, ist später *E. Brücke* (*Virchow's* Archiv Bd. 12, S. 81 und 172) für eine ganz andere Ansicht in die Schranke getreten, dafür nämlich, dass dasjenige, was man lösliches Fibrin nenne, als solches im Blute nicht vorkomme. Seiner Anschauung nach soll bei der Gerinnung der Faserstoff nur aus dem in der Blutflüssigkeit enthaltenen Eiweisskörper hervorgehen, indem ein Theil des Serumalbuminates schon bei gewöhnlicher Temperatur koagulire, der andere grössere Rest aber erst bei einer höheren Wärme. — 2) Vgl. *Reichert's* und *Du Bois-Reymond's* Archiv 1861, S. 545 und 675, sowie 1862, S. 428 und 533. — Ueber den chemischen Vorgang der Fibrinbildung kann man sich zur Zeit kaum eine Vorstellung bilden, da eine sehr geringe Menge fibrinoplastischer Substanz ausreichen soll, grosse Quantitäten der fibrinogenen in Faserstoff umzuwandeln.

§ 12.

Myosin, Muskelfaserstoff (Syntonin).

Die kontraktilen Gebilde des Organismus, das Protoplasma, welches den Körper jugendlicher Zellen bildet, die glatten und quergestreiften Muskeln bestehen aus einer Reihe eiweissartiger Substanzen, die durch besondere Reaktionen sich auszeichnen, sowie fast sämmtlich durch die Eigenschaft, bei relativ niederer Erwärmung von 35—50° C. zu gerinnen.

Einer dieser Stoffe, das Myosin von *Kühne*, gerinnt spontan nach dem Tode und verursacht die Leichenstarre. Das koagulirte Myosin ist nicht löslich in reinem Wasser, wohl aber in solchem, welches weniger als 10% Kochsalz enthält. Das Myosin löst sich übrigens in gleicher Weise in verdünnten Säuren und Alkalien. Es wirkt auf Wasserstoffsuperoxyd gleich Fibrin.

Neben dem Myosin enthält die den Muskel durchtränkende Flüssigkeit noch drei andere lösliche Eiweisskörper, nämlich ein Kalialbuminat, dann eine bei 45° und endlich eine bei 75° C. gerinnende Substanz.

Aus dem todten Muskel, aber auch aus andern Eiweisskörpern, hat man durch hochverdünnte Säuren ein Umwandlungsprodukt gewonnen, den sogenannten Muskelfaserstoff oder das Syntonin, wie *Lehmann* den Körper genannt hat. Er löst sich im Gegensatz zum Blutfibrin in einem Wasser, welches 0,1% Salzsäure enthält, auf, dagegen nicht in einer Salpeterlösung und in kohlensaurem Kali[1]). Er ist ohne Einwirkung auf Wasserstoffsuperoxyd.

Käsestoff, Kasein.

Auch dieser Proteinkörper, wahrscheinlich ein Kalialbuminat, geht aus der löslichen Form in die unlösliche nicht freiwillig, gleich dem Faserstoff über, sondern in Berührung mit der Magenschleimhaut. Beim Erhitzen scheidet sich an der Oberfläche ein Häutchen ab, bestehend aus einem durch den atmosphärischen Sauerstoff veränderten Kasein. Säuren — aber im Gegensatze zum Albumin auch schon Essigsäure — schlagen den Käsestoff in Flocken nieder. Ein Strom von Kohlensäure soll nach *Lehmann* das Kasein der Milch nicht fällen.

Das Kasein bildet einen Hauptbestandtheil der menschlichen und Säugethiermilch und den wichtigsten Nahrungskörper für den Neugebornen. Wie weit es daneben noch im Organismus verbreitet, steht dahin; doch ist seine Gegenwart in alkalischen Flüssigkeiten wahrscheinlich. In der mittleren Arterienhaut soll es nach *M. Schultze* vorkommen.

Globulin, Krystallin.

Man bezeichnet mit diesen Namen Eiweisskörper, welche dem Albumin gleich beim Erhitzen gerinnen. Sie bedürfen aber einer höheren Temperatur und scheiden sich entweder in der Form einer globulösen Masse oder eines milchigen Koagulum ab. Eine mit Essigsäure versetzte Lösung des Globulin, gibt man an, wird erst bei genauer Neutralisation durch Ammoniak, eine ammoniakalische Lösung durch Essigsäure gefällt. Globulinsolutionen werden schon durch Kohlensäure vollständig präzipitirt.

Man hat freilich im Laufe der Zeit mit dem Namen Globulin gar Mancherlei bezeichnet.

In der Krystalllinse, aus Blutzellen (?), in dem Blutplasma als fibrinoplastische und fibrinogene Substanz (§ 11), in Transsudaten.

Peptone.

Die Eiweisskörper, welche wir so eben als gewebebildende kennen gelernt haben, entbehren in ihren wässrigen Lösungen der Fähigkeit, thierische Membranen zu durchdringen. Sie sind Kolloid-Stoffe im Sinne *Graham*'s (S. 14).

Von aussen aufgenommen, theils aus dem Pflanzen-, theils aus dem Thierreiche, waren sie alle einmal durch den Verdauungsprozess sogenannte Peptone gewesen, d. h. leicht diffundirbare Substanzen, von höchst ähnlicher oder identischer Konstitution. Die Fällbarkeit jener Peptone durch Reagentien ist eine geringere, als diejenige der kolloiden Albuminate. So werden sie z. B. im Gegensatze zu letzteren nicht gefällt durch Kochen, durch verdünnte Mineralsäuren, durch Essigsäure. Eine durch Alkohol herbeigeführte Präzipitation löst sich hinterher in wässrigem Weingeist wieder auf. Sie lenken den polarisirten Lichtstrahl stark nach links.

Auch leimgebende Substanzen und der Schleim, Dinge, welche uns bald zu beschäftigen haben, geben mit grösserer oder geringerer Sicherheit entsprechende Peptone.

Fermentkörper.

Schon oben S. 14 erwähnten wir, dass die Zersetzlichkeit der Albuminate sie leicht in sogenannte Fermentkörper überführen könne. Derartige Stoffe (wir halten sie zur Zeit wenigstens mit höchster Wahrscheinlichkeit für aus solcher Quelle hervorgegangen), verwandeln zum Theil unter Wasseraufnahme als Bestandtheile des Magen-, Darm- und pankreatischen Saftes die Eiweisskörper der Nahrung in Peptone. Andere dieser Fermente in Mund- und Bauchspeichel verändern Amylon, Dextrin und Glykogen in Traubenzucker. Ein Fermentkörper im Pankreassekret zerlegt die Neutralfette in Fettsäuren und Glycerin. Zersetzte Eiweissstoffe zerspalten Harnstoff in Kohlensäure und Ammoniak und Anderes mehr. So leitet der Umsatz der wichtigsten Stoffe des Körpers ein grosses chemisches Geschehen in letzterem ein und führt sogar die Assimilation neuer Eiweissstoffe in merkwürdiger Weise herbei.

Anmerkung: 1) *Liebig* in den Annalen Bd. 73, S. 125; *Kühne*, Untersuchungen über das Protoplasma. Leipzig 1864, sowie dessen physiol. Chemie S. 272 u. 333. *Panum*'s Acidalbumin (§ 10. Anm. 1) ist wohl ebenfalls gleich Syntonin zu setzen. — 2) Aus dem Blutserum beschreibt *Panum* (*Virchow*'s Archiv Bd. 3, S. 251) einen Proteinstoff unter dem Namen des Serumkasein. Verdünnt man nämlich diese Flüssigkeit reichlich mit Wasser, so wird bei Neutralisation durch Essigsäure ein Eiweisskörper gefällt, welcher sich in geringem Ueberschuss der Essigsäure, ebenso in Alkalien und neutralen Alkalisalzsolutionen leicht wieder auflöst, in Wasser und Alkohol dagegen unlöslich ist. Dass dieser Körper Kasein sei, lässt sich bei dem gegenwärtigen Zustande unseres Wissens über Proteinkörper nicht beweisen, da er eben so gut ein alkalifreies salzarmes Eiweiss sein kann.

B. Hämoglobin.

§ 13.

Hämoglobin, Hämatoglobulin, Hämatokrystallin.

Die neuere Zeit hat uns mit einem merkwürdigen Körper von noch verwickelterer Zusammensetzung, als sie den Albuminaten zukommt, bekannt gemacht, welcher sehr leicht in einen dem Globulin ähnlichen Eiweissstoff und in Hämatin zerspalten wird.

Bei den Menschen und den Wirbelthieren erhält man nämlich aus der Zellensubstanz der rothen Blutkörperchen unter Zerstörung der Zellen eine gefärbte krystallinische eisenführende Substanz von grosser Zersetzlichkeit. Es entstehen die sogenannten Blutkrystalle, (Fig. 1.), auf welche man schon seit längerer Zeit aufmerksam geworden ist [1]. Die bisherigen Untersuchungen von *Funke* [2], *Lehmann* [3], *Kunde* [4], *Teichmann* [5], *Bojanowsky* [6], *Rollett* [7], *Hoppe* [8], *Böttcher* [9], u. A. lehren, dass die so herauskrystallisirende Substanz bei den einzelnen Gruppen der Wirbelthiere keineswegs identisch ist, sondern hinsichtlich der Löslichkeit und der Krystallform beträchtliche Verschiedenheiten darbietet. Ihre Zersetzlichkeit, die Verunreinigung mit anderen Stoffen erschweren die chemische Untersuchung [10].



Fig. 1. Blutkrystalle des Menschen und der Säugethiere. *a* Blutkrystalle aus dem Venenblut des Menschen; *b* aus der Milzvene; *c* Krystalle aus dem Herzblut der Katze; *d* aus der Halsvene des Meerschweinchens; *e* vom Hamster und *f* aus der *Jugularis* des Eichhörnchens.

Ihre Entstehung erfolgt auf sehr verschiedenen Wegen bald leichter, bald schwieriger. Einleiten von Sauerstoff in gewässertes Blut und dann von Kohlensäure ruft sie hervor; ebenso wenn mit Wasser versetztes Blut bei Zusatz von Alkohol und Aether auf der mikroskopischen Glasplatte langsam verdunstet. Licht befördert, wie man annimmt, ihre Abscheidung. Ferner gewinnt man sie durch Gefrieren und Wiederaufthauen des Blutes, durch Erhitzen auf 60° C., durch den elektrischen Entladungsschlag und den konstanten Strom, durch das Auspumpen der Blutgase, durch Zusätze mancher Salze (schwefelsaures Natron, gallensaure Alkalien), durch die Einwirkung von Chloroform bei Luftzutritt. Das Blut verschiedener Thierarten krystallisirt bald leichter, bald schwieriger. Besonders leicht entstehen die Krystalle beim Meerschweinchen. Ausgezeichnet endlich vor allen Gefässbezirken durch die Leichtigkeit zu krystallisiren ist das Blut der Milzvene.

Es scheint übrigens verschiedene Hämoglobine im Thierreich zu geben.

Auch in dem röthlichen Blute mancher wirbelloser Geschöpfe hat man Hämoglobin angetroffen.

Der Muskelfarbestoff ist mit dem Hämoglobin der Blutkörperchen identisch (*Kühne* [11]).

Die Blutkrystalle erscheinen in verschiedenen Formen, in Prismen, Tetraëdern, hexagonalen Tafeln und Rhomboëdern. Die erste Gestalt ist bei weitem die

verbreitetste, beim Menschen und den meisten Säugethieren auftretend (Fig. 1 *a* und *c*), wobei noch rhombische Tafeln vorkommen können (*b*). Tetraëder bildet das Hämoglobin bei der Maus und dem Meerschweinchen (*d*); hexagonale Tafeln hat man bisher allein beim Eichhörnchen angetroffen (*f*); Rhomboëder stellt unsere Substanz beim Hamster (*e*) dar. In Wirklichkeit gehören aber fast alle Blutkrystalle dem rhombischen Systeme an; nur diejenigen des Eichhörnchens dem hexagonalen (*Rollett*, *von Lang*).

Die Hämoglobinkrystalle sind doppelbrechend und pleochromatisch, erscheinen in gewissen Richtungen betrachtet bläulichroth, in anderen scharlachroth.

Sie sind unlöslich in Aether und Alkohol, lösen sich aber in Wasser mit blutrother Farbe.

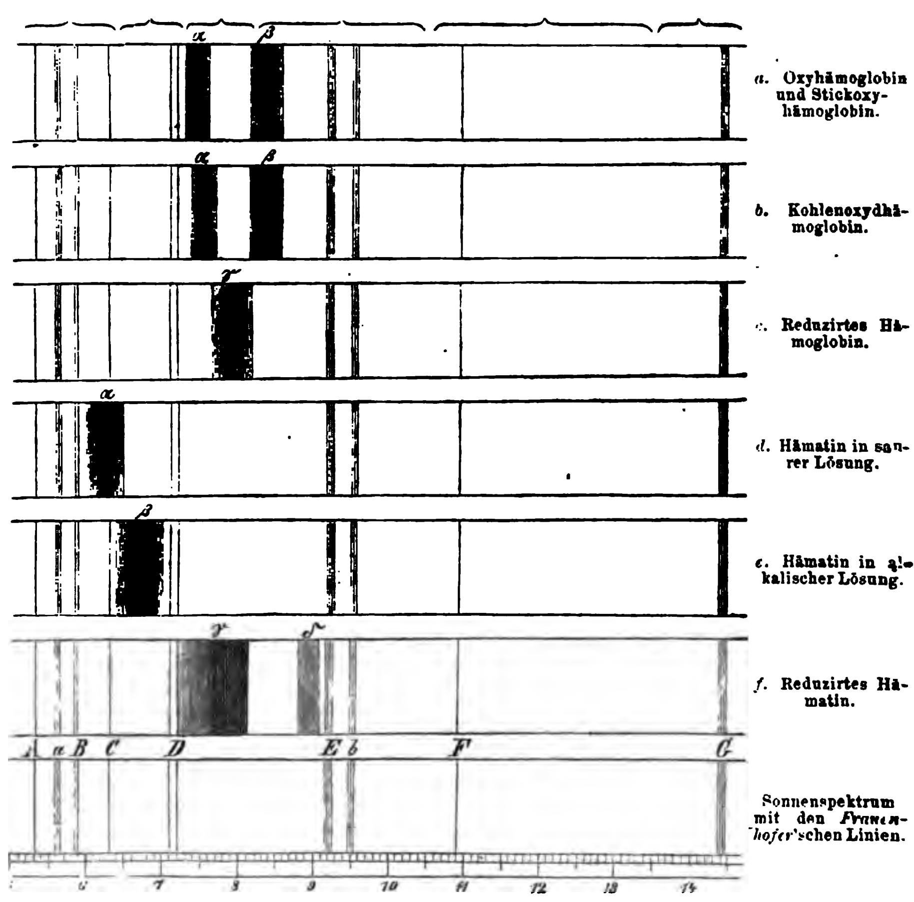


Fig. 2. Verhalten von Lösungen des Hämoglobin und Hämatin in Spektralapparat.

Wässerige Lösungen des Hämoglobin gerinnen beim Erhitzen, indem das unten zu erwähnende Hämatin und ein Eiweisskörper. das Globulin, entstehen. Auch Alkalien und Säuren rufen die gleiche Spaltung herbei.

Das Hämoglobin vereinigt sich mit mehreren gasförmigen Körpern, wie Sauerstoff, Kohlenoxyd und Stickoxyd. Schon die bei Luftzutritt gewonnenen Krystalle enthalten O in lockerer chemischer Verbindung, welchen sie im luftleeren Raum oder beim Erhitzen abgeben. Es ist dieses das O x y h ä m o g l o b i n *Hoppe*'s, auf welches sich die von uns oben angeführten Eigenschaften der Blutkrystalle beziehen.

Eine verdünnte Lösung des Oxyhämoglobin zeigt, wie *Hoppe* entdeckte, im Spektroskop (Fig. 2 *a*) zwischen den Linien D und E des Sonnenspektrum (im gelben und grünen Theil) zwei breite Absorptionsstreifen. Lösungen des reduzirten Hämoglobin bieten dagegen nur einen Absorptionsstreifen zwischen D und E dar (*Stokes*) (*e*).

Reduktionen des Oxyhämoglobin erfolgen leicht. Auch Kohlensäure übt eine solche Wirkung aus. Das reduzirte Hämoglobin vermag ebenfalls Krystalle zu bilden. Sie sind von dunkelblaurother Farbe und weit löslicher als diejenigen des Oxyhämoglobin.

Letzterer Körper in Berührung mit Kohlenoxydgas (*b*) lässt den Sauerstoff entweichen und jenes tritt an des letzteren Stelle. Es entsteht das gleichfalls krystallinische Kohlenoxydhämoglobin (*Hoppe*). Auch das Stickoxydhämoglobin (*Hermann*) verhält sich der Sauerstoffverbindung ähnlich [13].

Anmerkung: 1) Man s. die Monographie von *W. Preyer*, Die Blutkrystalle. Jena 1871. — 2) *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 1851. S. 172; 1852. S. 198 und 288. — 3) Physiol. Chemie. Bd. 1, S. 364 und Zoochemie S. 135. — 4) *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 1852. S. 271. — 5) an demselben Orte 1853. S. 375. — 6) Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 12, S. 315. — 7) Wiener Sitzungsberichte Bd. 46. Abth. 2. S. 65. — 8) *Virchow*'s Archiv Bd. 29, S. 233 und 597. — 9) Ueber Blutkrystalle, Dorpat 1862 und in *Virchow*'s Archiv Bd. 32, S. 126. Man s. noch *Kühne* in *Virchow*'s Archiv Bd. 34, S. 423. — 10) Die prozentische Zusammensetzung des Hämoglobin bestimmten *C. Schmidt* und *Hoppe*, letzterer mit $C_{54,2}\ H_{7,2}\ N_{16,0}\ Fe_{0,42}\ S_{0,7}\ O_{21,5}$. — 11) *Virchow*'s Archiv Bd. 33. S. 79. — 12) Wiener Sitzungsberichte Bd. 46, Arch. 2, S. 65. — 13) Man vergl. die Lehrbücher von *Hoppe*, *Kühne* und *Gorup*, sowie über weitere Verbindungen *Preyer*, a. a. O. S. 147.

C. Die histogenetischen Abkömmlinge der Eiweisstoffe oder die Albuminoide.

§ 14.

Keratin, Mucin, Kolloid.

Wir reihen hier zunächst einige Körper an, welche im Allgemeinen sehr wenig erforscht, mit den Proteinstoffen aber verwandt sind und erfahrungsgemäss im Organismus aus ihnen hervorgehen. Auch sie sind Kolloidsubstanzen. Ihre Zersetzungsprodukte verhalten sich denjenigen der Albumine sehr ähnlich.

In den älteren Zellen der Horngewebe, des Epithelium, der Nägel und Haare, ebenso den analogen Gebilden der Thiere, findet sich ein Gemenge nicht rein darzustellender, in Wasser unlöslicher Körper, welches einen ansehnlichen Schwefelgehalt bis gegen 5% besitzen kann, in Alkalien sich theilweise löst und in seinen Zersetzungsprodukten — es liefert Leucin und reichliches Tyrosin — eine nahe Verwandtschaft mit den Proteinkörpern beurkundet [1]. Man hat es Hornsubstanz, Keratin genannt.

Mit dem Namen des Schleimstoffes oder Mucin bezeichnet man einen in den Absonderungen der Schleimhäute bald nur aufgequollenen, bald gelösten Körper, welcher auch in der Synovia vorkommt, ebenso im Glaskörper des Auges, in der *Wharton*'schen Sulze des Nabelstrangs, einzelnen bindegewebigen Theilen, endlich auch in pathologischen Produkten getroffen ist (Schleimgewebe). Er koagulirt durch Erhitzen nicht. Essigsäure trübt oder schlägt ihn in Flocken nieder, ohne dass jedoch ein Ueberschuss der Säure diese wieder zur Lösung bringt. Alkohol erzeugt in Schleimstoff enthaltenden Flüssigkeiten ein faseriges Gerinnsel, welches in warmem Wasser sich wiederum löst. Das Verhalten des Mucin ist im Uebrigen dasjenige der Proteinkörper, ebenso die Reaktion mit Zucker und Schwefelsäure die gleiche. Der Schleimstoff scheint keinen Schwefel zu enthalten, ist dagegen reich an phosphorsaurer Kalkerde [*Scherer* [2]]. Das Mucin (welches nicht

diffundirt) zeigt fermentirende Eigenschaften. Es scheint ein sogenanntes Pepton zu bilden (*Eichwald*).

Auch die Kolloidmaterie, eine meist konsistentere homogene Materie, welche in Wasser unlöslich ist, ebenso in Essigsäure, aber auch nicht durch diese gleich dem Mucin gefällt, dagegen von Alkalien in der Regel gelöst wird, mag hierher zählen. Sie kommt gewöhnlich als pathologisches Umwandlungsprodukt der Gewebe (Kolloidentartung) vor, aber auch von gewissen Lebensstufen an normal, namentlich in der Schilddrüse der Menschen.

Anmerkung: 1) Annalen der Chemie. Bd. 83, S. 332. Ueber die Hornsubstanz liegen Arbeiten vor von *Scherer* und *van Laer* (a. a. O. Bd. 40, S. 59 und Bd. 45, S. 162). — 2) Vergl. Annalen Bd. 57, S. 106. Andere Arbeiten jüngeren Ursprungs über Mucin und Schleim rühren her von *Staedeler* (Annalen Bd. 111, S. 14), *Cramer*, Untersuchungen der Seide und des thierischen Schleims, Zürich 1863, Diss., sowie von *Eichwald* (Annalen Bd. 134, S. 177).

§ 15.

Leimgebende Substanzen.

Erfahrungsgemäss geht ferner aus den Proteinstoffen die wichtige Gruppe der leimgebenden Materien hervor (nur im thierischen Organismus vorkommend) und als Zwischensubstanzen in den bindegewebigen Theilen, den Knorpeln und Knochen einen grossen Theil unseres Leibes herstellend. Man versteht unter leimgebenden Körpern stickstoff- und schwefelhaltige Substanzen, welche, in kaltem Waser gänzlich unlöslich, alle bei längerem Kochen in Wasser gelöst werden und einen beim Erkalten gelatinirenden Stoff, den sogenannten Leim liefern, ohne dass hierbei, wie man annimmt, ihre Zusammensetzung sich erheblich änderte (obgleich wir in diese Umwandlung zur Zeit noch keine genügende chemische Einsicht besitzen).

Von den verwandten Proteinkörpern unterscheiden sie sich schon durch ihre Löslichkeit in siedendem Wasser und die nachherige gallertartige Erstarrung. Ebenso werden sie durch die Probe mit Schwefelsäure und Zucker nicht roth, sondern gelbbräunlich. Mit Salpetersäure färben sie sich dagegen gleich den Eiweisskörpern gelb.

Es ist noch nicht gelungen, künstlich die Eiweissstoffe in leimgebende Substanzen umzuwandeln, ebensowenig die letzteren in einander überzuführen.

Kollagen und Glutin.

Die sich beim Kochen in gewöhnlichen Leim oder Glutin verwandelnde Substanz, das Kollagen, ist wenig erforscht, das Glutin dagegen in seinen Reaktionen vielfach untersucht worden. Eine Leimlösung wird nicht gefällt durch Säuren, so nicht durch Essigsäure und Alkalien; nur Gerbsäure als sehr scharfes Reagens gibt einen Niederschlag. Unter den Erd- und Metallsalzen fällen das Glutin Quecksilber- und Platinchlorid, ebenso basisch schwefelsaures Eisenoxyd, aber nicht essigsaures Bleioxyd. Eine wässerige Lösung lenkt den polarisirten Lichtstrahl nach links. Mit Braunstein und Schwefelsäure liefert Glutin die Zersetzungsprodukte der Albumine, mit Säuren und Alkalien Ammoniak, Leucin, Glycin und andere Körper.

Das Glutin bildet die grosse Gruppe bindegewebiger Theile, die organische Grundlage der Knochen und der verknöcherten Knorpel. Es tritt somit das Kollagen in grösster Verbreitung im Organismus auf, Gewebe von niederer physiologischer Dignität formend. Da kein Leim, mit Ausnahme eines Falles von leukämischem Blute [*Scherer*[1])] zur Zeit in den Flüssigkeiten des Körpers beobachtet ist, so muss das Kollagen aus den Proteinstoffen hervorgehen, wie denn auch Bindegewebe in früher Embryonalzeit keinen Leim gibt, sondern aus einem Pro-

teinkörper zu bestehen scheint (*Schwann*). Ueber das Wie dieser Umwandlung vermögen wir bei dem gegenwärtigen Zustande der Zoochemie nichts zu sagen.

Chondrigen und Chondrin.

Dem Glutin verwandt ist der aus der Hornhaut des Auges, aus den permanenten Knorpeln und den Knochenknorpeln vor eingetretener Verknöcherung, ebenso einer pathologischen Knorpelbildung, dem Enchondrom, erhaltene Leim, das Chondrin oder der Knorpelleim. Nur rufen in einer Chondrinlösung die meisten Säuren Niederschläge hervor, welche sich im Ueberschuss wieder lösen; nicht so aber die Essigsäure, deren Präzipitat sich nicht mehr löst. Wässrige Chondrinlösungen zeigen stärkere linksseitige Polarisation als diejenigen des Glutin. Ebenfalls ergeben Alaun, schwefelsaures Eisenoxydul, und -oxyd, schwefelsaures Kupferoxyd, neutrales und basisch essigsaures Bleioxyd, salpetersaures Silberoxyd und salpetersaures Quecksilberoxydul starke Fällungen. Mit Salzsäure gekocht oder auch durch den Magensaft liefert Chondrin [2]) neben zahlreichen anderen Produkten einen gährungsfähigen, wohl nicht krystallisirenden Zucker (Knorpelzucker). Steht die letzte Angabe fest, so würde das Chondrin als ein N haltender Glukosid zu betrachten sein und sich ein Fingerzeig über die Konstitution der Albuminate ergeben. Mit Schwefelsäure soll Chondrin nur Leucin liefern. Vom Chondrigen weiss man nicht viel.

Ueber die Entstehung des Chondrin aus Proteinkörpern gilt dasselbe wie beim Glutin. Was eine etwaige (nicht aber einmal wahrscheinliche) Umwandlung des Chondrin in Glutin beim Verknöcherungsprozess betrifft, so gestattet das jetzige chemische Wesen keinen Anhalt.

Neben diesen beiden genauer gekannten leimgebenden Materien scheinen im thierischen Organismus noch andere verwandte Stoffe vorkommen zu können.

Elastische Substanz, Elastin.

In zahlreichen Geweben des Körpers kommt eine schwefelfreie Substanz vor, welche, von den leimgebenden Materien verschieden [3]), sich durch ihre ungewöhnliche Schwerlöslichkeit und Unveränderlichkeit auszeichnet.

Es gibt diese elastische Substanz [4]) mit Wasser, selbst längere Zeit gekocht, keinen Leim wenn sie anders nicht mit Bindegewebe verunreinigt ist, und widersteht überhaupt einem lange fortgesetzten Kochen. Ebenso wird der Stoff von Essigsäure in der Kälte und Wärme nicht angegriffen. Dagegen lösen ihn kochende konzentrirte Kalilauge und kalte Schwefelsäure; ebenso allmählich unter Bildung von Xanthoproteinsäure auch gesättigte Salpetersäure. Schwefelsäure und Zucker färben ihn nicht roth. Als Zersetzungsprodukte durch die letzt genannte Säure erhalten wir nur Leucin, aber weder Tyrosin noch Glycin.

Die elastische Substanz (deren Abgrenzung übrigens dem Mikroskopiker Schwierigkeiten bereitet) bildet Fasern, Platten, Grenzschichten im Bindegewebe, stellt in andern Organen möglicherweise Schläuche und Röhren her, sowie Kaspeln um thierische Zellen, ohne jedoch ein Bestandtheil des eigentlichen Zellenkörpers selbst zu sein.

Die grosse Unveränderlichkeit unserer Materie, ihre chemische Indifferenz müssen sie als besonders tauglich erscheinen lassen, Flüssigkeiten im Organismus zu umschliessen, zu filtriren etc. [5]). Ihre hohe Elastizität ist gleichfalls von grösster Bedeutung.

Ueber ihren Ursprung wissen wir nichts Sicheres. Doch ist es kaum zu bezweifeln, dass sie aus den Proteinkörpern des Organismus hervorgehe [6]).

Anmerkung: 1) Verhandlungen der physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg. Bd. 2, S. 321. — 2) Man s. *De Bary* Physik.-chem. Untersuchung über die

Eiweisskörper und Leimstoffe. Tübingen 1864. *Diss*, sowie *G. Fischer* und *C. Boedeker*. Annalen Bd. 117, S. 111 und *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. N. F. Bd. 7, S. 128. Auch das Chitin in der Haut der Arthropoden ist eine gepaarte Zuckerverbindung. — 3) Vergl. *Mulder*'s physiol. Chemie. S. 595. — 4) *W. Müller* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift. 3 R. Bd. 10, S. 173. — 5) *Donder*'s in einem anziehenden Aufsatze (*Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 3, S. 348 und Bd. 4, S. 242) hat eine viel weitere Ausbreitung des elastischen Stoffes als in dem eigentlichen elastischen Gewebe wenigstens sehr wahrscheinlich gemacht, obgleich er, wie wir glauben, in manchen seiner Angaben wiederum zu weit geht. Seiner Ansicht nach bestehen die Membranen aller thierischen Zellen und die aus Zellmembranen (?) entstandenen Scheiden der Muskelfäden, der Nervenröhren, die Wände der Haargefässe, ebenso manche strukturlose Häute, wie die *Descemet*'sche Haut und die Linsenkapsel, im Allgemeinen aus der gleichen Materie. Wir werden später im histologischen Theile darauf zurückkommen müssen. — 6) Wir führen noch die prozentische Zusammensetzung der drei in diesem § erwähnten Substanzen hier an: Glutin $C_{50,8}\ H_{7,2}\ N_{18,3}\ O_{23,2}\ S_{0,6}$ Chondrin $C_{49,9}\ H_{6,6}\ N_{14,5}\ O_{28,6}\ S_{0,4}$ Elastin $C_{55,5}\ H_{7,4}\ N_{16,7}\ O_{20,5}$.

D. Die fetten Säuren und die Fette.

§ 16.

Die fetten Säuren kommen in unserem Körper entweder frei vor oder gebunden an eine anorganische Base (Fettseifen) oder als ein Gemenge von Glycerinäthern (die Neutralfette).

Sehen wir zunächst nach letzterem Körper.

$$\textbf{Glycerin}\ C_3H_8O_3 \text{ oder } C_3H_5 \begin{cases} OH \\ OH \\ OH \end{cases}$$

Das Glycerin, ein dreiatomiger Alkohol mit dem Radikal Glyceryl $= C_3H_5$, erscheint als ein farbloser, nicht krystallisirbarer Syrup, mit Wasser in allen Verhältnissen mischbar.

Ehe wir weiter gehen, wollen wir hier noch der Glycerinphosphorsäure mit der empirischen Formel $C_3H_9PO_6$ gedenken. Sie ist eine zweibasische Aethersäure des Glycerin.

$$C_3H_5 \begin{cases} OH \\ OH \\ PO_4\ H_2 \end{cases}$$

Glycerinphosphorsäure findet sich in Verbindung mit verschiedenen Körpern im Eidotter, in der Gehirnsubstanz, in der Galle (vergl. § 20 Lecithin).

Die gewöhnlichste und gewichtigste Erscheinung im Organismus bilden aber die neutralen Fette, jene schon oben erwähnten Glycerinäther, welche überall im Organismus vorkommen.

Indem nun in unserm dreiatomigen Alkohol 1, 2 oder 3 Atome H des Hydroxyl durch das Säureradikal vertreten werden, leiten sich davon drei Reihen von Fetten ab, welche man als Monoglyceride, Diglyceride und Triglyceride bezeichnet.

Nur die letzte Gruppe, die Triglyceride mancher Säuren, stellen die natürlich vorkommenden Neutralfette her.

Das Glycerin gelangt mit den Neutralfetten der Nahrungsmittel in den Organismus. Es wird bei der Verseifung letzterer frei und muss bei der nachherigen Bildung von neutralem Fette in den Geweben mit der Fettsäure sich wieder vereinigen, Verhältnisse, welche zur Zeit noch nicht aufgeklärt sind, wie wir denn auch die physiologischen Zersetzungsprodukte des Glycerin noch nicht kennen.

§ 17.

Die fetten Säuren des Organismus gehören zwei natürlichen Reihen von Säuren an, deren eine nach der Formel $C_n H_{2n} O_2$, die andre nach derjenigen von $C_n H_{2n-2} O_2$ zusammengesetzt ist.

Unter den zahlreichen einbasischen Säurehydraten der ersteren Gruppe haben einige der niederen oder flüssigen fettigen Säuren nicht die Natur von Gewebeelementen, sondern vielmehr diejenige der Zersetzungsprodukte.

Ameisensäure $C H_2 O_2$.

Sie wurde in der die Muskeln, das Gehirn und die Milz durchtränkenden Flüssigkeit (*Scherer*, *Müller*) angetroffen; in der Thymus (*Gorup-Besanez*), im Schweisse und zwar in beträchtlicherer Menge (*Lehmann*); ferner im Blute von Hunden nach längerer Zuckerfütterung (*Bouchardat* und *Sandras*); auch im pathologischen Blute. Manche dieser Angaben erscheinen etwas bedenklich.

Essigsäure $C_2 H_4 O_2$.

Sie ist Bestandtheil der Fleisch- und Milzflüssigkeit (*Scherer*); ferner findet sie sich in der Thymusdrüse; ebenso ist sie im Schweisse beobachtet worden. Essigsäure ist ebenfalls im Mageninhalte angetroffen worden; vielleicht kommt sie auch in der Gehirnflüssigkeit vor; endlich erscheint sie als zufälliger Bestandtheil des Blutes nach Branntweingenuss.

Buttersäure $C_4 H_8 O_2$.

In der Fleisch- und Milzflüssigkeit (*Scherer*), der Milch, im Schweisse, in den Absonderungen der Talgdrüsen an manchen Körperstellen, so an den Genitalien; im Harn(?). Ihr Vorkommen im Blute (*Lehmann*) muss zweifelhaft erscheinen. Im Magen- und Darminhalt als Gährungsprodukt der Kohlenhydrate.

Mit Glycerin als Tributyrin $= C_3 H_5 \begin{cases} O.\ C_4 H_7 O \\ O.\ C_4 H_7 O \\ O.\ C_4 H_7 O \end{cases}$ ist sie Bestandtheil des neutralen Butterfettes.

Capronsäure $C_6 H_{12} O_2$. **Caprylsäure** $C_8 H_{16} O_2$. **Caprinsäure** $C_{10} H_{20} O_2$.

Sie sind als Bestandtheile der Butter mit Glycerin und möglicherweise auch des Schweisses im freien Zustande angetroffen.

Unter den höheren Gliedern der uns beschäftigenden Gruppen kommen dagegen mehrere dieser bei gewöhnlicher Temperatur festen Säuren als Bestandtheile der Neutralfette des Organismus, somit als histogenetische Stoffe vor. Ihre Einfuhr in den Organismus geschieht zumeist mit den Fetten der Nahrungsmittel. Ihre physiologische Zersetzung dürfte unter dem Zerfallen in niedere Glieder der Reihe und mit schliesslicher Oxydation zu Kohlensäure und Wasser erfolgen.

Palmitinsäure $C_{16} H_{32} O_2$.

Die Palmitinsäure ist ein Bestandtheil der meisten neutralen Fette des Pflanzen- und Thierreichs. Ihr Schmelzpunkt liegt bei 62° C. Sie krystallisirt in perlmutterglänzenden Schuppen.

Mit Glycerin bildet unsere Säure eine natürlich vorkommende und in dem Fette des Menschen überwiegende Verbindung, das

$$\textbf{Tripalmitin}\ C_3 H_5 \begin{cases} O.\ C_{16} H_{31} O \\ O.\ C_{16} H_{31} O \\ O.\ C_{16} H_{31} O \end{cases}$$

Stearinsäure $C_{18} H_{36} O_2$.

Gleichfalls ein weit verbreiteter Bestandtheil der animalischen Neutralfette und im menschlichen Körper nicht fehlend. Sie steht jedoch hier an Menge der Palmitinsäure nach, findet sie dagegen vorwiegend in festeren talgartigen Fetten, z. B. des Schafes und Rindes [1]). Ihr Schmelzpunkt liegt höher als bei den vorhergehenden Säuren, nämlich bei 69° C. Sie krystallisirt in weissen, silberglänzenden Nadeln oder Blättchen. Ihre Neutralverbindung mit Glycerin ist das

$$\textbf{Tristearin}\ C_3 H_5 \begin{cases} O.\ C_{18} H_{35} O \\ O.\ C_{18} H_{35} O \\ O.\ C_{18} H_{35} O \end{cases}$$

Unter den Säuren der zweiten Gruppe ist nur eine für den menschlichen Organismus von Wichtigkeit, nämlich die

Oelsäure (Elainsäure) $C_{18} H_{34} O_2$.

Die reine Oelsäure stellt eine Flüssigkeit dar, welche erst bei — 4° C zu Blättchen erstarrt. Sie ist geruch- und geschmacklos und kann ohne Zersetzung nicht verflüchtigt werden. Ihre Salze sind endlich nicht krystallinisch.

Die Elainsäure wird zum wichtigen Bestandtheil der Neutralfette des Organismus verbunden mit Glycerin als

$$\textbf{Triolein}\ C_3 H_5 \begin{cases} O.\ C_{18} H_{33} O \\ O.\ C_{18} H_{33} O \\ O.\ C_{18} H_{33} O \end{cases}$$

ebenso findet sie sich mit Alkalien verseift.

Ihre Einfuhr geschieht mit den Neutralfetten der Nahrungsmittel. Ihre physiologischen Zersetzungen können mannichfacher Art sein:

Anmerkung: 1) Früher glaubte man die Margarinsäure als die verbreitetste in den thierischen Fetten ansehen zu müssen. Da aber ein Gemenge von gleichen Theilen der Palmitin- und Stearinsäure natürlich dieselbe Zusammensetzung hat, wie die Margarinsäure $C_{17} H_{34} O_2$, so haben Manche geglaubt, die Existenz der letzteren ganz läugnen zu müssen, — jedoch mit Unrecht, da es gelungen ist, sie künstlich darzustellen (*Becker*, *Heintz*). Zweifelhaft bleibt es dagegen noch, ob sie und das Trimargarin Bestandtheile der natürlich vorkommenden Fette ausmachen. — Auch die Myristinsäure $C_{14} H_{28} O_2$ soll nach *Heintz* in den Thierfetten weit verbreitet sein.

§ 18.

Die Konstitution der natürlich vorkommenden neutralen Fette hat der vorige § kennen gelehrt. Wir haben die verschiedenen Fettsäuren dieses Gemenges dort schon erwähnt. Es ist nicht möglich, die einzelnen neutralen Fettverbindungen, welche hier vorkommen, irgend scharf von einander abzutrennen, so dass wir diese nur ungenügend kennen. Sie erhalten im Uebrigen ihre Eigenthümlichkeiten durch die Fettsäuren der Verbindung.

Die neutralen Fette erscheinen im reinen Zustande farblos, ohne Geruch und Geschmack, von neutraler Reaktion, leichter als Wasser, Elektrizität schlecht leitend. Sie sind unlöslich im Wasser, aber löslich in Alkohol in der Wärme und in Aether. Sie verursachen Fettflecken auf Papier, verbrennen mit leuchtender Flamme und lassen sich ohne Zersetzung nicht verflüchtigen.

Durch überhitzten Wasserdampf (von 220° C.) werden die neutralen Fette

in Säuren und Glycerin zerlegt. In ganz ähnlicher Art wirken auch Fermente z. B. faulende Proteinkörper. An der Luft absorbiren unsere Körper sehr begierig Sauerstoff und werden unter Mitwirkung von Fermenten ranzig, indem unter Aufnahme von Wasser Glycerin und Fettsäuren frei werden. Durch die Einwirkung von Alkalien unter Gegenwart von Wasser werden sie zersetzt und in Seifenverbindungen verwandelt, wobei abermals Glycerin frei wird und die Fettsäure sich mit der anorganischen Base vereinigt.

Schon oben wurde bemerkt, dass die Trennung der einzelnen Neutralfette aus dem natürlichen Fette des menschlichen Körpers nicht möglich ist. Es hat desshalb die Frage nach jenen sehr verschiedene Beantwortungen erfahren. In neuerer Zeit hat, nach dem Vorgange von *Pélouze, Berthelot* die Neutralfette künstlich aus den Fettsäuren und Glycerin komponirt und damit einen neuen Weg zur Erkennung der im Organismus vorkommenden Fettstoffe betreten. Nach der Uebereinstimmung ihrer Eigenschaften mit den natürlich vorkommenden Fetten hat man mehrere dieser komponirten Neutralfette als Bestandtheile des Körpers erkannt.

Es sind also sämmtlich Verbindungen, in welchen die drei Atome H der Hydroxyle des Glycerines durch die entsprechenden Radikale jener fetten Säuren vertreten werden. Wir haben einmal die entsprechende Verbindung der Elainsäure, das Triolein, bei gewöhnlicher Temperatur eine Flüssigkeit darstellend und dann in Lösung zwei andere feste krystallinische Neutralfette, das Tripalmitin und Tristearin, enthaltend. Zu ihnen kommt möglicherweise noch Trimargarin. Es muss dahingestellt bleiben, ob damit alle Bestandtheile jenes Gemenges des im Organismus vorkommenden Neutralfettes erschöpft sind. In der Butter existirt eine Verbindung von Buttersäure, Caprin-, Capron- und Caprylsäure mit Glycerin.

Je nachdem mehr oder weniger festes Neutralfett in dem Triolein gelöst ist, sind die thierischen Fettgemenge bald flüssiger, bald fester und nach dem Tode zu Talg erstarrend. Während des Lebens in der Körperwärme bleiben sie aber alle weich und mehr flüssig. Nicht immer enthält bei einem und demselben Thiere das Fettgemenge an den einzelnen Körperstellen die gleichen Quantitäten fester Fette.

Die Neutralfette kommen durch den Körper in grösster Verbreitung vor. Sie finden sich in fast allen Flüssigkeiten und in allen Geweben, wie sie denn auch Begleiter aller Proteinkörper und histogenetischer Stoffe überhaupt ausmachen. Die Menge derselben ist eine sehr wechselnde[1]). Massenhaft erscheinen sie als Zelleninhalt im Fettgewebe, unter der Haut, in der Augenhöhle, um das Herz, die Nieren, in den Knochen, ebenso im Nervenmark (wo indessen noch besondere, jetzt näher erforschte Stoffe vorhanden). Das konstante Vorkommen in den Geweben lässt über die histogenetische Natur des Fettes keinen Zweifel bestehen. Andererseits gehen Gewebe vielfach unter Fettinfiltration oder Fetterzeugung zu Grunde, und zwar sowohl physiologisch als pathologisch (Fettdegeneration). Die histogenetische Bedeutung der Fette muss durch den Umstand, dass die festen krystallinischen Verbindungen bei ihrer Auflösung im Triolein das Krystallisationsvermögen verloren haben, wesentlich gefördert erscheinen.



Fig. 3. Sogenannte Margarinkrystalle. *a* Einzelne Nadeln. *b* Grössere Gruppirungen derselben. *c* Nadelgruppen im Inhalte von Fettzellen. *d* Eine von ihnen freie Fettzelle.

Unter Umständen scheidet sich beim Erkalten der Leiche aus dem natürlichen Fettgemenge festes Fett in Form nadelförmiger Krystalle oder Krystallgruppen ab (Fig. 3). Es sind dieses die sogenannten

Margarinkrystalle der Mikroskopiker. Sie erscheinen vielfach im Inhalte der Fettzellen.

Anmerkung: 1) Der prozentige Fettgehalt verschiedener Gewebe beträgt: Lymphe 0,05, Chylus 0,2, Blut 0,4 Knorpel 1,3. Knochen 1,4, Krystalllinse 2,0, Leber 2,4, Muskel 3,3, Gehirn 8,0, Nerven 22,1, Rückenmark 23,6, Fettgewebe 82,7, gelbes Knochenmark 96,0.

§ 19.

Was die fernere Bedeutung der Neutralfette für den menschlichen Organismus betrifft, so haben wir hier Folgendes festzuhalten:

1. Müssen die Fette bei ihrer in der Körperwärme flüssigen, weichen Beschaffenheit als Vertheiler des Druckes, als Polster, ebenso als nachgiebige Ausfüllungsmassen wichtig werden.

2. Werden die Neutralfette bei massenhafter Ansammlung als schlechte Wärmeleiter den Wärmeverlust des Organismus beschränken.

3. Haben sie die wohl untergeordnete Eigenschaft, manche feste Gewebe, wie Epidermis und Haare, zu durchtränken und geschmeidig zu machen. In dieser Hinsicht ist das Sekret der Talgdrüsen festzuhalten.

4. Wird die mangelnde Verwandtschaft zum Wasser sie geeignet erscheinen lassen, sich in Körnchen, Tropfen aus wässrigen Flüssigkeiten abzuscheiden und so zur Bildung von Elementarkörnchen, Bläschen Veranlassung zu geben.

5. Bei einer gewissen chemischen Indifferenz des Fettes werden sie geeignet erscheinen, Gewebe zu bilden, welche wenig in das chemische Geschehen des Organismus eingreifen.

6. Werden sie durch die fermentirenden Einwirkungen der Proteinstoffe, mehr noch durch den atmosphärischen Sauerstoff zerlegt und die Fettsäuren in andere Verbindungen zersetzt, als deren Endresultate wir schliesslich die Bildung von Kohlensäure und Wasser erhalten. Durch die hierbei entstehende Wärmeentwicklung werden sie von hoher Bedeutung.

7. Nach den Angaben *Lehmann*'s besitzen die Fette die Natur von Fermentkörpern, indem sie neben Proteinstoffen die Bildung von Milchsäure aus zucker- und stärkemehlhaltigen Flüssigkeiten herbeiführen. Ebenso soll die Wirkung des Pepsin im Magensaft durch Fette gefördert werden.

8. Während die Neutralfette sich in den wässrigen Flüssigkeiten des Organismus nicht zu lösen vermögen, ist dieses mit ihren Seifenverbindungen der Fall, welche hiernach bei der Verführung der Fettsäuren durch den Körper von Wichtigkeit sind.

Die Neutralfette des Körpers stammen von den Nahrungsmitteln. Die Möglichkeit der Erzeugung von Fett aus Kohlenhydraten muss für den menschlichen Organismus zugegeben werden. Dass sie bei manchen Thieren in der That stattfindet, hat bekanntlich *Liebig* bewiesen. Auch die Entstehung aus Proteinkörpern kann füglich nicht mehr bezweifelt werden.

§ 20.

Gehirnstoffe, Cerebrin und Lecithin.

Unter den Substanzen der Gehirn- und Nervenmasse (aber auch in anderen Theilen des Thierkörpers) kommen veränderliche und schwer zu erforschende Stoffe vor. Durch die Eigenschaft in heissem Wasser dem Stärkekleister ähnlich aufzuquellen, durch ihre Löslichkeit in warmem Alkohol und Aether, sowie theilweise durch einen Gehalt von Phosphor treten sie eigenthümlich hervor. Eine frühere Zeit bezeichnete sie irrig als phosphorhaltige Fettsubstanzen.

Cerebrin $C_{17} H_{33} N O_3$.

Das Cerebrin, anfänglich von *Frémy*[1]) als Cerebrinsäure beschrieben, dann von *Gobley*[2]) und *Müller*[3]) untersucht, bildet ein weisses, unter dem Mikroskop rundliche Kugeln zeigendes Pulver. Alkohol und Aether lösen es nur in der Wärme, Salz- und Salpetersäure zersetzen es beim Kochen; unlöslich in Ammoniak, Kalilauge und Barytwasser, ebenso in kaltem Wasser, während es in heissem zu der schon erwähnten, an eine Stärkemehlabkochung erinnernden Masse aufquillt.

Beim Kochen mit Säuren liefert Cerebrin endlich eine Zuckerart und ist demgemäss ein Glukosid[4]). Weiteres bleibt noch zu ermitteln.

Lecithin $C_{42} H_{84} N P O_9$.

Diese zuerst von *Gobley* aufgefundene Substanz zeigt sich undeutlich krystallinisch, an Wachs erinnernd, leicht schmelzbar und auflöslich in heissem Alkohol und Aether, mit Säuren und Salzen Verbindungen eingehend. In warmem Wasser gleich dem Cerebrin aufquellend.

Lecithin ist ein leicht zersetzlicher Körper. Anhaltendes Kochen in Weingeist, leichter mit Säuren oder Basen, wie Barytwasser, zerspalten ihn in Neurin (Cholin) $= C_2 H_4 \begin{cases} OH \\ N(CH_3)_3OH \end{cases}$, in Palmitinsäure und Oelsäure, sowie in Glycerinphosphorsäure.

Man kann das Lecithin von der Glycerinphosphorsäure ableiten, in welcher die zwei Hydroxylwasserstoffe des Glycerin durch die Radikale der Palmitin- und Elainsäure vertreten sind und wobei das Neurin (halb Alkohol, halb Base) noch überdies mit der Glycerinphosphorsäure eine Aethersäure bildet. Seine Formel lautet demgemäss

$$C_3H_5 \begin{cases} O.\ C_{16}H_{31}O \\ O.\ C_{18}H_{33}O \\ O.\ PO \begin{cases} OH \\ O.\ C_2H_4(CH_3)_3N.\ OH \end{cases} \end{cases}$$

Unser Körper findet sich neben der Nervensubstanz auch im Dotter des Hühnereies, den Blutkörperchen, der Galle, dem Samen und Eiter. Es scheint verschiedene Lecithine in der Natur zu geben.

Das Protagon, welches *Liebreich*[5]) vor einigen Jahren beschrieb, stellt ein Gemenge von Cerebrin und Lecithin dar.

Unter dem Myelin von *Virchow*[6]) versteht man eine in sehr verschiedenen (namentlich sich zersetzenden) Körpertheilen vorkommende Substanz von eigenthümlicher mikroskopischer Beschaffenheit. Myelin (Fig. 4) hat einen bezeichnenden matten Glanz und erscheint in meist doppelt kontourirten Massen von rundlicher, ovaler, faden-, schlingen- und kolbenartiger Gestalt. Iod bräunt das Myelin schwach, konzentrirte Schwefelsäure färbt es roth, zuweilen violett. Aufquellen in heissem Wasser und Löslichkeitsverhältnisse in Alkohol und Aether erinnern an Cerebrin und Lecithin. Doch auch aus ganz anderen Gemengen, z. B. Oelsäure und Ammoniak, können solche Myelintropfen erhalten werden (*Neubauer*). Myelin ist daher chemisch ganz unhaltbar.



Fig. 4. Formen des Myelin.

Eine eigenthümliche homogene mattglänzende Masse stellt ferner das sogenannte Amyloid[7]) her, ein wohl gemengtes Degenerationsprodukt verschiedener, namentlich drüsiger Körpertheile (Wachs- oder Speckentartung). Es wird diese Amyloidsubstanz durch Iodlösung eigen-

thümlich rothbraun oder braunviolett, beim nachherigen Zufügen konzentrirter Schwefelsäure meistens violett, seltener blau.

Wir reihen hier endlich noch die sogenannten Corpuscula amylacea [8]) an. Es sind rundliche oder doppelbrodförmige Gebilde von sehr verschiedener Grösse, welche in ihrem Ansehen an Stärkemehlkörner erinnern (daher auch der Name). Sie zeigen sich bald geschichtet, bald nicht und verhalten sich in ihren Reaktionen verschieden, indem sie durch Iod und Schwefelsäure violett, vielfach aber schon durch Iod allein blau oder bläulich werden und so bald mehr an Amylum, bald mehr an Cellulose erinnern, ohne dass man darauf hin aber berechtigt wäre, sie aus einer dieser Substanzen bestehend anzunehmen.

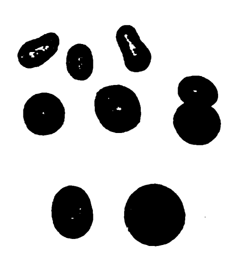


Fig. 5. *Corpuscula amylacea* aus dem Gehirn des Menschen.

Die Corpuscula amylacea finden sich in den Zentralorganen des Nervensystems faulender Leichen und zwar in einer mit der Zersetzung steigenden Menge. Daneben kommen sie pathologisch im lebenden Körper vor; so in den erwähnten Organen, dem Gehirn und Rückenmark, deren bindegewebige Gerüstesubstanz von ihnen eingenommen wird; dann in der Prostata (hier von bedeutender Grösse).

Anmerkung: 1) Annal. de chim. et de phys. 3ème Série. Tome 2, p. 463. — 2) *Gobley*'s Untersuchungen finden sich in derselben Zeitschrift Bd. 11, S. 409 und Bd. 12, S. 4. — 3) Vergl. Annalen Bd. 103, S. 131. — 4) Man s. *Diaconow* im Centralblatt 1868. S. 1 und 97, sowie in *Hoppe*'s med.-chem. Untersuchungen aus dem Laboratorium in Tübingen 1867 und 68, Heft 2 und 3. Ueber Cerebrin und Lecithin vergl. vor allen Dingen *Strecker* in der Zeitschr. für Chemie 1868. S. 437, sowie dessen Lehrbuch S. 854. — 5) *O. Liebreich* in *Virchow*'s Archiv Bd. 32, S. 387 und Annalen Bd. 134, S. 29. — 6) *Virchow* im Archiv Bd. 6, S. 562; *H. Meckel*, Annalen der Charité IV, S. 269; *Beneke*. Studien über die Verbreitung, das Vorkommen und die Funktion von Gallenbestandtheilen in den thierischen und pflanzlichen Organismen. Giessen 1862; *C. Neubauer* in *Virchow*'s Archiv Bd. 36, S. 303, sowie in *Fresenius*' Zeitschr. für analyt. Chemie Bd. 6, S. 189; *H. Köhler* in *Virchow*'s Archiv Bd. 41, S. 265. — 7) Ueber die reiche Literatur der Amyloidsubstanz verweisen wir auf die Lehrbücher der pathologischen Anatomie. Analysen lieferten *C. Schmidt* (Annalen Bd. 110, S. 250), sowie *Friedreich* und *Kekulé* (*Virchow*'s Archiv Bd. 16, S. 50). Sie fanden eine den Albuminaten ähnliche Zusammensetzung der Substanz. Neue Untersuchungen rühren von *Kühne* und *Rudneff* (*Virchow*'s Archiv Bd. 33, S. 66) her. — 8) Vergl. *Virchow* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 2, S. 51, sowie in seinem Archiv Bd. 6 und 8 an mehreren Stellen; ferner *Donders* Nederl. Lancet 1854, Okt. Nov. S. 274 und *Stilling*, Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks. Frankfurt 1856. S. 45.

§ 21.

Cholestearin. $\left.\begin{matrix}C^{26}H^{43}\\H\end{matrix}\right\}O + H^2O$

Wir reihen in der Verlegenheit, die Thierstoffe zur Zeit passend zu gruppiren, hier noch einen einatomigen Alkohol mit der entschiedenen Eigenschaft eines Zersetzungsproduktes an.

Fig. 6. Krystalle des Cholestearin.

Dieser Körper (Fig. 6) krystallisirt unter sehr bezeichnender Gestalt in ganz dünnen rhombischen Tafeln [der stumpfe Winkel 100° 30′, der spitze 79° 30′ (*C. Schmidt*)]. Sie schieben sich gewöhnlich über einander und zeigen häufig ausgebrochene Ecken [1]).

Das Cholestearin ist völlig unlöslich in Wasser, leicht in siedendem Alkohol, in Aether und in Chloroform. Es wird gelöst von Fetten, äthe-

rischen Oelen und ebenso den Natronverbindungen der beiden Gallensäuren und auch von Seifenwasser, Umstände, welche für das Vorkommen der sonst unlöslichen Substanz im menschlichen Körper von Wichtigkeit sind.

Bei Behandlung mit Schwefelsäure färben sich seine Krystalle von den Rändern aus rost- oder purpurroth oder violett; konzentrirte Säure löst sie dabei allmählich auf zu gefärbten Tropfen. Noch lebhaftere Kolorite ruft bei dieser Behandlung Iodzusatz hervor.

Das Cholestearin, in neuerer Zeit auch in der Pflanzenwelt verbreitet angetroffen [*Beneke*[2]), *Kolbe*], hat keine gewebebildenden Eigenschaften, zu denen seine Krystallisationsfähigkeit es schon wenig geeignet erscheinen lassen muss. Es besitzt die Natur eines Umsetzungsproduktes, ob der Fette, ob der stickstoffhaltigen histogenetischen Substanzen, steht dahin. Es ist im Organismus weit verbreitet, wird aber nur in geringen Mengen entleert, so dass eine weitere (uns aber gänzlich unbekannte) Umsetzung ziemlich wahrscheinlich wird.

Im Blute, aber nur in sehr geringer Menge; in den meisten thierischen Flüssigkeiten, namentlich in der Galle, aber nicht im Harn. In der Gehirnsubstanz; Bestandtheil des sogenannten Myelin, ebenso in pathologischen Flüssigkeiten und Geschwülsten; in Gallensteinen. Durch die Galle entleert, wird es Bestandtheil der Exkremente.

Anmerkung: 1) Ueber anomale Kystallformen des Stoffs vergl. man *Virchow* in seinem Archiv Bd. 12, S. 101. — 2) Annalen Bd. 122, S. 249 (und Bd. 127, S. 105).

E. Die Kohlenhydrate.

§ 22.

Unsere Körper führen diesen nicht besonders glücklich gewählten Namen, weil sie Wasserstoff und Sauerstoff in demselben Verhältniss wie das Wasser besitzen und wurden daher als Hydrate des Kohlenstoffes angesehen. Alle enthalten wenigstens 6 Atome Kohlenstoff. Führen sie mehr, so ist es ein ganzzahliges Vielfaches von 6. Sie sind als Derivate der sechsatomigen Alkohole aufzufassen und zerfallen ihrer Zusammensetzung nach in drei Gruppen:

I. Traubenzuckergruppe $C_6H_{12}O_6$. Ihrem Verhalten nach aufzufassen als Aldehyde der sechsatomigen Alkohole.

II. Rohrzuckergruppe $C_{12}H_{22}O_{11}$. Sind zu betrachten als Anhydrite oder Aether, gebildet aus zwei Molekülen der Vorigen unter Verlust eines Molekül H_2O.

III. Cellulose Gruppe ($C_6H_{10}O_5$). Ihre Molekulargrösse ist noch nicht festgestellt. Die meisten scheinen ein höheres Molekulargewicht zu haben. Sie sind gleichfalls anhydritische Derivate.

Alle Kohlenhydrate sind von neutraler Beschaffenheit, keins ist flüchtig, ein Theil krystallinisch. Manche dieser Körper zeigen sich unlöslich in Wasser, andere sehr leicht löslich. Die letzteren kommen meistens im Organismus in wässeriger Lösung vor oder möglicherweise in die Zusammensetzung anderer Stoffe eingetreten als sogenannte Glukoside.

Leicht gehen die einzelnen Kohlenhydrate in einander über — und in dieser Hinsicht spielen manche eiweissartige Fermentkörper eine wichtige Rolle im Organismus. Durch Digestion mit verdünnten Mineralsäuren werden sie meistens in Traubenzucker umgewandelt. Von Wichtigkeit sind ferner die Beziehungen der Kohlenhydrate zu organischen Säuren, indem manche dieselbe empirische Zusammensetzung besitzen und ein Theil leicht aus jenen hervorgeht, so Essigsäure und andere Fettsäuren, Milchsäure; ebenso zu den Alkoholen.

Die Bedeutung der Kohlenhydrate im Pflanzenreiche ist eine **sehr hohe**, **wie** sie denn auch (freilich nicht alle, so der Milchzucker nicht) **von der Pflanze erzeugt** werden und theilweise, wie namentlich die Cellulose, **von hohem histogenetischen** Werthe sind. Anders gestaltet sich die Sache im **thierischen Organismus**, namentlich im Körper der höheren Thiere und des Menschen. **Die wenigen hier** vorkommenden Kohlenhydrate zeigen nicht die geringsten **gewebebildenden** Eigenschaften und sind gelöst in den Säften. Theilweise scheinen **sie Zersetzungsprodukte** anderer Materien, wie der Proteinkörper, **andererseits stammen sie aus** der Nahrung. Durch ihre physiologische Zerspaltung liefern **sie schliesslich nach** der üblichen Theorie Kohlensäure und Wasser. Wie weit **sie im Organismus in** die höheren Glieder der Fettsäuren überzugehen und so zur Fettbildung **beizutragen** vermögen, lassen wir dahingestellt, obgleich letzteres von **manchen Kohlenhydraten** feststeht.

Aus dieser Gruppe erscheinen mehrere Körper und darunter **drei Zuckerarten**, nämlich Traubenzucker, Inosit und Milchzucker, **als Bestandtheile unseres** Leibes.

Die Zuckerarten sind im Allgemeinen von süssem Geschmack, **löslich in** Wasser, fast alle krystallinisch. In geistige Gährung gehen sie bald leicht (**Traubenzucker**), bald schwierig (Milchzucker), bald gar nicht (Inosit) über.

Glykogen $C_6 H_{10} O_5$.

Dieser Körper ist von *Bernard*[1] entdeckt. Er steht zwischen Amylum und Dextrin: die amorphe Masse quillt in kaltem Wasser und löst sich in der Wärme zu einer opaleszirenden Flüssigkeit, welche starke rechtsseitige Polarisation zeigt. Glykogen wird durch Iod weinroth, braun oder violett, es kommt im Lebergewebe, ebenso vorhergehend in sehr verschiedenen embryonalen Geweben sowie in den Muskeln der Pflanzenfresser vor. Es wandelt sich auf sehr verschiedenen Wegen in Traubenzucker um, so beim Kochen mit verdünnten Säuren, durch Diastase, Speichel, Pankreassaft, Blut. Für die Bildung des Leberzuckers durch einen Fermentkörper ist das Glykogen von hoher Bedeutung. Die hypothetische Entstehung dürfen wir auf die Zersetzung eines Eiweissstoffes beziehen.

Dextrin $C_6 H_{10} O_5$.

Löslich in Wasser, in konzentrirter Lösung klebrig. Lenkt den polarisirten Lichtstrahl stark nach rechts ab. Iod in Iodkalium gelöst färbt eine Dextrinlösung röthlich violett. Durch verdünnte Schwefelsäure, durch Diastase und Speichel sehr leicht in Traubenzucker übergehend.

Im Darminhalt nach stärkenmehlhaltiger Nahrung: im Blute der Pflanzenfresser; in der Leber von Pferden nach Haferfütterung, sowie in der Muskulatur der letztern (*Limpricht*[2]).

Traubenzucker $C_6 H_{12} O_6 + H_2 O$.

Der Traubenzucker (Fig. 7) krystallisirt meistens undeutlich in krümeligen oder warzenförmigen Massen, selten in Tafeln, welche wohl dem klinorhombischen System angehören. Er löst sich leicht in Wasser; seine Lösung polarisirt das Licht nach rechts. Traubenzucker reduzirt schwefelsaures Kupferoxyd mit einer Kalilösung schon bei geringer Erwärmung zu Kupferoxydul[3] und geht mit Kochsalz eine in vier- bis sechsseitigen grossen Pyramiden krystallisirende Verbindung ein. Bei Gegenwart anderer stickstoffhaltiger Körper, wie von Albumin und Kasein, aber auch von Basen, unterliegt er der Milchsäure- und später der Buttersäuregährung.

Der Traubenzucker, im Pflanzenreiche vorkommend und auf verschiedenem Wege aus anderen Kohlenhydraten hervorgehend, wird aus letzteren und zwar dem Amylum durch die fermentirenden Eigenschaften verschiedener Drüsensekrete, so derjenigen der Mundhöhle, des pankreatischen und Darmsaftes im Körper gebildet und erscheint, von dem Verdauungskanale her resorbirt, im Chylus und im Blute. Man nimmt an, da er in letzterem bald verschwindet, er werde in diesem zu Kohlensäure und Wasser verbrannt, ohne dass man jedoch die Zwischenprodukte kennt.



Fig. 7. Tafelförmige Krystalle des Traubenzuckers aus Honig ausgeschieden.

Daneben hat der Traubenzucker, den man im abgestorbenen Lebergewebe findet, noch eine zweite schon bei dem Glykogen erwähnte Bedeutung [4].

Im normalen menschlichen Harn fehlt der Traubenzucker möglicherweise nicht ganz; reichlicher dagegen tritt er bei Thieren in sonderbarer Weise nach Reizung des verlängerten Marks (*Bernard*), aber auch anderer Stellen der Zentralorgane auf. Pathologisch kommt Traubenzucker, und oft in grosser Menge, bei einer besonderen Krankheit, der Harnruhr, dem *Diabetes mellitus*, im Harn und den verschiedensten Säften des Körpers vor.

Inosit, Muskelzucker $C_6 H_{12} O_6 + 2 H_2 O$.

Dieser von *Scherer* [5]) entdeckte Körper ist identisch mit dem in Bohnen vorkommenden Phaseomannit [*Vohl* [6])], welcher hinterher verbreiteter im Pflanzenreiche angetroffen wurde.

Der Inosit (Fig. 8) bildet klinorektanguläre Prismen, welche bei 100° C. zwei Moleküle Krystallwasser verlieren und an der Luft verwittern. Aus einer Lösung in siedendem Alkohol krystallisirt er in glänzenden Plättchen. Er löst sich leicht in Wasser und bildet mit Käsestoffferment Milchsäure und Buttersäure.

Er dreht die Polarisationsebene nicht, ebensowenig reduzirt er Kupferoxyd, färbt sich dagegen mit Salpetersäure fast bis zur Trockne abgedampft und alsdann mit etwas Ammoniak übergossen beim Abdampfen lebhaft rosenroth (namentlich bei Gegenwart von Chlorcalcium).



Fig. 8. Inosit aus der Herzmuskulatur des Menschen.

Im Körper scheint der Inosit weit verbreitet. In der Flüssigkeit der Herzmuskulatur, in den Muskeln des Hundes, im Pankreas und der Thymus (*Scherer*); dann von *Cloëtta* [7]) angetroffen in den Lungen, den Nieren, der Milz und Leber; endlich von *Müller* [8]) in der Gehirnsubstanz und von *Holm* [9]) in den Nebennieren des Rindes. Inosit kann auch in den Harn übergehen, so bei *Diabetes* und *Bright*'scher Krankheit (*Cloëtta*, *Neukomm*).

Der Inosit ist zweifelsohne ein Zersetzungsprodukt histogenetischer Substanzen.

Milchzucker $C_{12} H_{22} O_{11} + H_2 O$.

Durch seine Zusammensetzung, ebenso seine Krystallisation in schiefen vierseitigen Prismen (Fig. 9), durch geringere Löslichkeit in Wasser ist der Milch-

zucker von dem vorigen Körper verschieden. Er polarisirt den Lichtstrahl ebenfalls nach rechts und reduzirt Kupferoxyd gleich Traubenzucker. Durch Käsestofferment, aber auch andere Gährungserreger verwandelt sich der Milchzucker wie der vorige Körper in Milchsäure und Buttersäure.

Fig. 9. Milchzucker aus der Milch.

Der Milchzucker, der Pflanzenwelt mangelnd, ist Bestandtheil der Säugethier- und Menschenmilch. Seine Menge in dieser Flüssigkeit steht mit den eingeführten Kohlenhydraten in Proportion: doch geht er auch der Milch der Fleischfresser bei reiner Fleischnahrung nicht ab, wie *Bensch* gegenüber *Dumas* gezeigt hat. Im Blute säugender Thiere ist es noch nicht mit Sicherheit dargethan; er scheint zu fehlen.

Der Milchzucker dürfte sonach durch die (fermentirende?) Einwirkung der Brustdrüse sich bilden. Der Gedanke an Traubenzucker als den zunächst verwandten Körper für diese Erzeugung des Milchzuckers liegt nahe.

Anmerkung: 1) Aus der reichen Literatur des Glykogen heben wir hervor: *C. Bernard*, Leçons sur la physiologie du syst. nerveux. Tome 1. p. 467; *Gorup-Besanez*, Annalen Bd. 118, S. 227; *Hensen*, Würzburger Verhandlungen Bd. 7, S. 219 und in *Virchow's* Archiv Bd. 11, S. 395; *Pelouze* in den Comptes rendus Tome 49, No. 26; *Schiff* im Archiv für physiol. Heilkunde. N. F. Bd. 1, S. 263 und Comptes rendus Tome 48, No. 18; *Bernard*, Comptes rendus 1856 Tome 48, No. 2, Annal. d. sc. nat. IV. Série, Tome 10. p. 111 und Journ. de physiol. Tome 2, p. 30; *Rouget*, Compt. rend. Tome 48, No. 16 und Journ. de physiol. Tom. 2, p. 83; *Kühne* in *Virchow's* Archiv Bd. 32, S. 536. Auf Weiteres treten wir später ein. — 2) Annalen Bd. 133, S. 292. — 3) Dem Glykogen fehlt diese Eigenschaft gänzlich, dem Dextrin kommt sie nur spurweise zu. — 4) *Bernard* et *Barreswil*, Comptes rendus Tome 27, p. 514. Man vergl. die Lehrbücher der Physiologie und physiol. Chemie. Schon oben (§ 15) gedachten wir der aus Chondrin zu erhaltenden Zuckerart, des Knorpelzuckers von *Fischer* und *Boedecker*. Das Vorkommen einer besonderen gährungsfähigen Zuckerart im Muskel, »Fleischzucker«, wird von *Meissner* Göttinger Nachrichten 1862. S. 157, behauptet. — 5) Annalen Bd. 73, S. 322. — 6) A. d. O. Bd. 101, S. 50. — 7) Vierteljahrschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Bd. 1, S. 205. — 8) Annalen Bd. 101, S. 131. — 9) *Erdmann's* Journal Bd. 100, S. 151.

F. Stickstofflose Säuren.

§ 23.

Schon bei den Fetten (§ 17.) haben wir zweier homologer Säurereihen, zum Theil mit gewebebildenden Eigenschaften zu gedenken gehabt. Wir fügen hier andere an, welche entschieden die Natur der Zersetzungsprodukte besitzen.

Wir heben hier zuerst zwei Säuren der Milchsäuregruppe hervor, isomere Verbindungen, aber in ihrer Konstitution verschieden, in dem die erstere vom Aldehyd, die letztere von Aethylenverbindungen, abzuleiten ist.

$$\textbf{Milchsäure}\ C_3H_6O_3 \text{ oder } \begin{cases} CH_3 \\ CH_3\ OH \\ CO_2\ H \end{cases}$$

Diese Säure, welche sich leicht bei der Gährung von Amylum oder zuckerhaltigen Flüssigkeiten, ebenso aus dem Inosit bildet, kommt im Magensafte vor, ferner im Darminhalte (hier als Zersetzungsprodukt eingeführter Kohlenhydrate) sowie im Gehirn und verschiedenen Drüsensäften (?). Mit Basen bildet sie unter verschiedenen Verhältnissen Salze.

Unter diesen heben wir den milchsauren Kalk $(C_3H_5O_3)_2Ca + 5H_2O$

hervor (Fig. 10). Er krystallisirt in pinselartig gruppirten Büscheln sehr feiner Nadeln.

Auch eine andere Salzverbindung hat zur Erkennung der Milchsäure diagnostischen Werth, das milchsaure Zinkoxyd ($C_3H_5O_3)_2Zn + 3H_2O$. Er krystallisirt in vierseitigen, schief abgestutzten Prismen, welche noch in Bildung begriffen, eine charakteristische Keulenform erkennen lassen.

Ueber die Bedeutung der Milchsäure in unserm Körper kann kein Zweifel herrschen. Wo sie nicht ein Gährungsprodukt, ist sie aus der Zersetzung histogenetischer Substanzen abzuleiten.



Fig. 10. Milchsaurer Kalk in Gruppen feiner Krystallnadeln.

Fleischmilchsäure, Paramilchsäure $C_3H_6O_3$ oder $\left\{\begin{array}{l} CH_2OH \\ CH_2 \\ CO_2H \end{array}\right.$

Diese der gewöhnlichen Milchsäure sehr ähnliche Säure unterscheidet sich durch ihre in Löslichkeit und Wassergehalt verschiedenen Salze.

Fleischmilchsaurer Kalk $(C_3H_5O_3)_2Ca + 4H_2O$. hat die gleiche Krystallform, aber geringere Löslichkeit wie das entsprechende Salz der gewöhnlichen Milchsäure.

Fleischmilchsaures Zinkoxyd $(C_3H_5O_3)_2Zn + 2H_2O$ mit der gleichen Krystallform, aber in Wasser und Alkohol leichter löslich als das milchsaure Zinkoxyd.

Die Fleischmilchsäure kommt in der Muskulatur vor und wird beim Absterben des Muskels frei, dessen Flüssigkeit eine saure Beschaffenheit verleihend; auch in der Galle (*Strecker*).

§ 24.

Aus einer anderen Säurereihe kommen für den menschlichen Körper wiederum zwei, die Oxal- und Bernsteinsäure, in Betracht.

Oxalsäure $C_2O_2(OH)_2$

Diese Säure ist im Pflanzenreiche weit verbreitet und erscheint als Endprodukt bei der Oxydation der meisten pflanzlichen und thierischen Stoffe. Die Oxalsäure bildet mit einem Atom Ca den neutralen oxalsauren Kalk, das fast einzige ihrer Salze, welches man im menschlichen Körper antrifft.

Oxalsaurer Kalk $C_2O_4Ca + 3H_2O$

Diese Verbindung ist unlöslich in Wasser und Essigsäure, löslich in Salzsäure und Salpetersäure; sie verwandelt sich beim Glühen in kohlensauren Kalk und krystallisirt in stumpfen, zuweilen aber auch sehr spitzen Quadratoktaëdern, welche bei schwacher Vergrösserung unter dem Mikroskope wie Briefkouverte erscheinen (Fig. 11).

Der oxalsaure Kalk, welcher niemals in erheblicher Menge im Körper angetroffen wird, dürfte in sehr geringer Quantität möglicherweise einen normalen Bestandtheil des Harns ausmachen. Nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungs-

mittel und kohlensäurereicher Getränke hat man dieses Kalksalz noch am häufigsten beobachtet. Ebenso erscheint es bei gestörtem Respirationsprozesse und kann zur Bildung maulbeerartiger Harnsteine Veranlassung geben; ferner im Gallenblasen- und Uterinschleime (*C. Schmidt*).

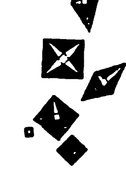


Fig. 11. Krystalle des oxalsauren Kalkes.

Die Quellen der Oxalsäure können, wie sich aus ihrem Vorkommen und ihrer Entstehung ergibt, mehrfache sein; einmal die pflanzliche Nahrung, dann die Zersetzung verschiedener Thierstoffe. In dieser Hinsicht verdient die Bildung unserer Säure bei der Oxydation der Harnsäure (*Wöhler* und *Liebig*), ebenso der Umstand einer Erwähnung, dass harnsaure Salze, in das Blut eingespritzt, den Gehalt des Harns an Harnstoff und Oxalsäure vermehren (*Wöhler* und *Frerichs* [1]).

Bernsteinsäure $C_4 H_6 O_4$.

Diese Säure, welche bei der Oxydation der Fettsäuren, sowie bei der Gährung verschiedener organischer Säuren entsteht, krystallisirt in farblosen monoklinometrischen Prismen (Fig. 12) und löst sich in Wasser wie Alkohol.

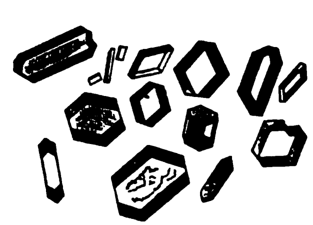


Fig. 12. Bernsteinsäurekrystalle.

Sie war früher, wie schon oben angeführt ist, nur als pathologischer Mischungsbestandtheil des Körpers, (in Balggeschwülsten und hydropischen Flüssigkeiten) angetroffen worden, bis *Gorup-Besanez* [2]) sie in einer Anzahl von Drüsensäften, denen der Milz, Thymus und Schilddrüse, darthat; auch im Blut pflanzenfressender Säugethiere [*Meissner* und *Shepard* [3])], im Harn des Menschen, der Fleisch- und Pflanzenfresser nach Fettgenuss und Aufnahme von Apfelsäure [*Meissner*, *Koch* [4])].

Karbolsäure, Phenylsäure oder Phenol $C_6 H_5 OH$.

Sie entsteht auf sehr verschiedenem Wege, so z. B. bei Destillationen mancher organischen Substanzen, in Spuren bei der Oxydation des Leims; besitzt dem menschlichen Körper gegenüber giftige Eigenschaften. Man hat sie aus menschlichem und Säugethierharn erhalten [*Staedeler* [5])], sowie nach Genuss von Benzol hier getroffen [*Schulzen* und *Naunyn* [6])].

Taurylsäure oder Taurol $C_7 H_8 O$.

Aus den gleichen Flüssigkeiten ist noch dieser zweite verwandte Körper erhalten worden; im Uebrigen noch nicht rein dargestellt (*Staedeler*); vielleicht identisch mit dem später entdeckten Kressol.

Anmerkung: 1) Vergl. Annalen Bd. 65, S. 335. — 2) Annalen Bd. 98, S. 1. — 3) Untersuchungen über das Entstehen der Hippursäure im thierischen Organismus. Hannover 1866. — 4) Vergl. *Meissner* in *Henle* und *Pfeufer*, Zeitschrift, 3 R. Bd. 24, S. 97 und *Koch* ibid. S. 264. — 5) Annalen Bd 77, S. 17. Nach *Bugilinsky* (Tübinger med.-chem. Untersuchungen 2, S. 234) präexistirt jedoch Karbolsäure im Harn nicht. — 6) *Reichert's* und *Du Bois-Reymond's* Archiv 1867. Heft 3.

G. Stickstoffhaltige thierische Säuren.

§ 25.

Während die organische Chemie in einer an die Alkaloide erinnernden Weise eine ganze Reihe stickstoffhaltiger Säuren künstlich dargestellt hat, ist die Anzahl der in unserem Leibe natürlich vorkommenden derartigen Körper eine beschränkte und keiner der letzteren konnte bisher noch komponirt werden. Dem Pflanzenreiche fehlen sie ganz.

Gewebebildende Eigenschaften besitzt keiner dieser Körper; alle sind — und in dieser Hinsicht stehen sie den thierischen Basen gleich — Umsetzungsprodukte der histogenetischen Stoffe oder der plastischen Nahrungsmittel. Sie geben zum Theil zu chemisch interessanten Umsetzungen bei ihrer verwickelten Konstitution Veranlassung. — Sehen wir ab von zwei weniger bekannten Säuren, welche im Muskel und dem Schweisse vorkommen, so sind sie entweder Bestandtheile des Harns oder der Galle und für diese Sekrete wesentliche Stoffe.

Inosinsäure $C_{10}\ H_{14}\ N_4\ O_{11}$

Eine nicht krystallisirbare, als syrupartige Flüssigkeit erscheinende Säure, deren Konstitution noch nicht festgestellt ist. Sie ist Bestandtheil der den Muskel durchtränkenden Flüssigkeit und als solcher wohl ein Umsatzprodukt der Fleischfaser.

Hydrotinsäure.

Eine gleichfalls syrupartige, von *Favre*[1]) als Bestandtheil des menschlichen Schweisses erkannte Säure.

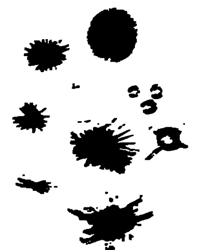
Harnsäure $C_5\ H_4\ N_4\ O_3$.

Diese zweibasische Säure, ein Ammoniakderivat von unbekannter Konstitution, stellt für das unbewaffnete Auge eine weisse pulverige Masse dar oder erscheint in weissen Schuppen. Bei mikroskopischer Untersuchung lässt die Harnsäure die manchfachsten Krystallformen erkennen. Bei Zerlegung harnsaurer Salze (Fig. 13 *a a a*) erhält man rhombische Tafeln oder sechsseitige, an Cystin erinnernde Platten. Sehr langsam gefällt, bildet die Harnsäure auch lange, rechtwinkelige Tafeln oder parallelepipedische Formen oder geradezu rechtwinkelige vierseitige Prismen mit gerader Endfläche. Letztere sind oft zu Drusen gruppirt. Ebenso erscheinen unter anderen Gestalten fass- oder zylinderförmige Säulenstücke (*Schmidt*, *Lehmann*). Die aus Harn niedergefallene Harnsäure (Fig. 13 *b*) ist mit dem Farbestoff dieser Flüssigkeit verunreinigt und ihre Krystallisationen erscheinen darum braun- oder gelbgefärbt. Sie zeigen uns in der Regel entweder die sogenannte Wetzsteinform, d. h. eine Gestalt, als ob sie Querschnitte stark bikonvexer Linsen wären, oder sie bilden rhombische Tafeln mit abgerundeten stumpfen Winkeln. Ganz sonderbare Gestalten sind die sogenannten Dumb-bell's der Engländer (*c*). Sie können natürlich vorkommen oder auch bei Zersetzung von harnsaurem Kali erhalten werden (*Funke*).



Fig. 13. Harnsäure in ihren verschiedenartigen Krystallformen. Bei *a a a* Krystalle, wie sie bei Zersetzung harnsaurer Salze erhalten werden; bei *b* Krystallisationen der Harnsäure aus dem menschlichen Harne; bei *c* sogen. Dumb-bells.

[illegible] Eigenschaften [illegible] schwer zu [illegible] Säure [illegible] Ersteren, welche zwei Atome [illegible] Kochsalz [illegible] ein Atom [illegible] Verbindungen [illegible]

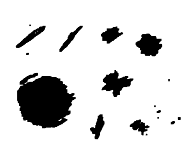


[illegible]

[illegible] Natron

[illegible] Prismen oder dünne [illegible] bei mikroskopischen Untersuchungen [illegible] Krystallformen Fig. [illegible] versehene Massen [illegible]

[illegible]



[illegible]

[illegible] Nadeln, welche in der [illegible] verbunden erscheinen [illegible] als bei dem vorhergehenden [illegible] Fig. [illegible]

Beide Salze [illegible] hinterlassen [illegible] Wärme abgedampft, einen röthlichen [illegible] Zusatz von Ammoniak schön [illegible] Zusatz von kaustischem Kali [illegible] Farbenveränderung [illegible]

[illegible] Zersetzungsprodukten der [illegible] verschafften [illegible] sowie von G[illegible] Erscheinungen.

[illegible] konstanter Bestandtheil [illegible] geringerer Quantität [illegible] Menge und zwar [illegible] Säugethiere [illegible] Urin der Pflanzen[illegible] Menge scheint nach der Nahrung [illegible] unter abnormen [illegible] Harnsäure Bestandtheil des Blutes [illegible] Organe [illegible] Milz [illegible] Niere [illegible]

Die Harnsäure [illegible] Gewebebestandtheile [illegible] Ueber die Art und W[illegible] Natur der Harn[illegible] dass unsere Säure im Körper [illegible] Harnstoffs im Organ[illegible] chemischen Zersetzungen der Har[illegible] Einflusse sind.

Anmerkung: 1) *Erdmann's* Journal Bd. 58, S. 365. Doch erscheint die Existenz r Hydrotinsäure noch keineswegs sicher. — 2) Annalen Bd. 146, S. 142. Harnsäure mit dwasserstoffsäure auf 160° C. erhitzt, zerfällt unter Wasseraufnahme in Glycin, Kohlenıre und Ammoniak. — 3) Im Harn des Hundes ist von *Liebig* vor Jahren eine besondere ure, die sogenannte Kynurensäure, entdeckt worden (Annalen Bd. 86, S. 125 und l. 108, S. 355). — 4) Harnsäure im Blut etc. Berlin 1848. — 5) *London med. Gazette* V. , S. 88 (*Lehmann's* Zoochemie S. 173). — 6) Annalen Bd. 103, S. 131. — 7) Würzburger rhandlungen Bd. 2, S. 298. — 8) Annalen Bd. 98, S. 1.

§ 26.

Hippursäure $C_9 H_9 N O_3$.

Die Hippursäure ist ein Glycin (s. u.) d. h. eine Amidoessigsäure = $C_2 H_5 NO_2$

er $\left.\begin{matrix} H \\ H \\ \left\{\begin{matrix} CH_2 \\ CO_2H \end{matrix}\right. \end{matrix}\right\} N$, in welchem ein Wasserstoff-Atom von Benzoyl, (dem einwerthi-

m Radikal der Benzoesäure) $C_6 H_5 CO$ ersetzt wird, also

$$\left.\begin{matrix} H \\ C^6 H_5 CO \\ \left\{\begin{matrix} C H_2 \\ CO_2 H \end{matrix}\right. \end{matrix}\right\} N$$

Unsere Säure, welche von ihrem Vorkommen im Pferdeharn den Namen trägt, ystallisirt in der Grundform eines vertikalen rhombischen Prisma und scheidet h aus ihren heissen Lösungen in kleinen Flitterchen oder in grösseren, schief streiften, vierseitigen Säulen ab, welche an den ıden in zwei Flächen auslaufen (Fig. 16). im langsamen Abdunsten verdünnter Lösunn erscheinen Krystalle, welche manchfach an jenigen der später zu beschreibenden phosphorıren Ammoniak-Magnesia erinnern (*b*).

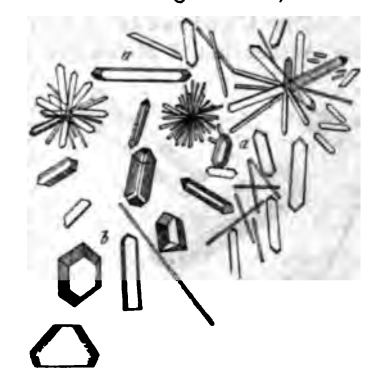


Fig. 16. Krystallformen der Hippursäure. *aa* Prismen; *b* Krystalle, welche beim langsamen Verdunsten sich bilden und denjenigen der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia ähnlich sind.

Die Hippursäure, mit viel stärker sauren genschaften als die Harnsäure versehen, löst h in 400 Theilen kalten Wassers, leicht in ssem, ebenso in Alkohol; dagegen in Aether r schwer. Sie bildet mit Alkalien und alkaliıen Erden in Wasser lösliche krystallinische ze.

Was die zahlreichen Zersetzungen der uns chäftigenden Säure betrifft, so ist vor allem eichnend die Verwandlung, welche die Hippurıre beim Erhitzen mit Säuren und Alkalien errt. Sie zerfällt nämlich unter Wasseraufıme in Benzoësäure und Glycin [*Dessaignes* [1]]. Dieselbe Wirkung[2]) üben thierische Fermente der Gegenwart von Alkalien (*Buchner*).

Wenden wir uns nun zum Vorkommen von pursäure, so fehlt sie gleich den vorhergehenı Säuren dem Pflanzenreiche gänzlich. Zweiıaft im Blute der pflanzenfressenden Säugeere und in demjenigen des Menschen [*Robin* l *Verdeil* [3])]; im Harn des Menschen in einer Harnsäure ungefähr gleichen Menge, bei ınkheiten zuweilen reichlicher. Grösser ist

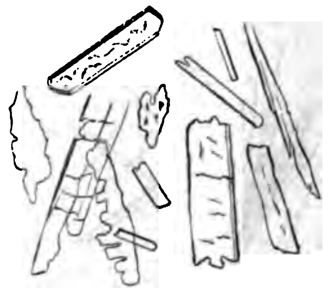


Fig. 17. Krystalle der Benzoësäure.

die Quantität der Hippursäure im Urin pflanzenfressender Säugethiere, so z. B. beim Pferde. In Organflüssigkeiten hat man unsere Säure bisher noch nicht angetroffen. In den Borken bei Ichthyosis (einer Hautkrankheit).

Höchst interessant ist der Umstand, dass Benzoësäure, Bittermandelöl, Zimmtsäure, Chinasäure, Toluol, in den Magen eingeführt, als Hippursäure durch den Harn ausgeschieden werden.

Die Hippursäure hat die Natur eines Zersetzungsproduktes stickstoffhaltiger Körpersubstanzen. Hierfür ist der Umstand, dass bei Oxydation der Proteinstoffe durch übermangansaures Kali eine grosse Menge Benzoësäure entsteht, ein wichtiges Faktum.

Anmerkung: 1) Annalen Bd. 58, S. 322. — 2) Die Benzoësäure $C_6H_5.CO.OH$, welche kaum in einem Körpertheil präformirt vorkommt und als künstliches Zerzetzungsprodukt wohl nur zu erwähnen ist, krystallisirt auf nassem Wege in Schuppen, schmalen Säulen oder sechsseitigen Nadeln unter der Grundform eines rhombischen Prisma (Fig. 28). — 3) *Traité de chimie anatomique. Paris* 1853. *Tome* 2, *p.* 447. Man vergl. dazu die Arbeit von *Meissner* und *Shepard* (§ 24, Anm. 3).

§ 27.

Glykocholsäure $C_{26}H_{43}NO_6$.

Diese der Galle angehörige Säure ist der Hippursäure analog konstituirt, indem sie bei der Spaltung ebenfalls in Glycin und eine stickstofffreie Säure zerfällt. Diese ist die Cholsäure.

Gedenken wir zunächst dieser.

Die Cholsäure (Cholalsäure von *Strecker*) $C_{24}H_{40}O_5$ krystallisirt aus Aether mit 2 Molekülen Krystallwasser in rhombischen Tafeln, aus Alkohol mit 5 Mol. Wasser in Tetraedern, seltener Quadratoktaedern, welche an der Luft verwittern. Unlöslich in Wasser, leicht löslich in Alkohol und Aether. Mit Schwefelsäure und Zucker färbt sie sich purpurviolett. Die Konstitution und der Ursprung der Cholsäure stehen zur Zeit noch nicht fest.

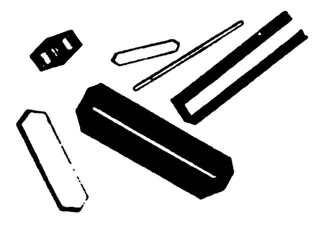


Fig. 18. Krystalle der Cholsäure.

Wir kehren nun zur Glykocholsäure zurück. Diese krystallisirt in sehr feinen Nadeln, welche bis 130° C. erhitzt, unverändert erscheinen. Sie ist ziemlich leicht löslich in Wasser, sehr leicht in Alkohol, aber nur sehr wenig in Aether, leicht dagegen wiederum in Alkalien. Ebenso wird sie von manchen Mineralsäuren, wie Schwefelsäure und Salzsäure, aber auch von Essigsäure, in der Kälte ohne Zersetzung gelöst. Mit Schwefelsäure und Zucker ergibt sie die Reaktion der Cholsäure. Sie ist einbasisch und bildet in Weingeist lösliche, theils krystallinische, theils amorphe Salze.

Beim Kochen mit Kalilauge oder Barytwasser zerfällt sie unter Wasseraufnahme in Cholsäure und Glycin, beim Kochen mit verdünnten Mineralsäuren sind die Spaltungsprodukte Choloidinsäure $C_{24}H_{38}O_4$ und Glycin.

Unter ihren Salzverbindungen muss eine festgehalten werden, nämlich:

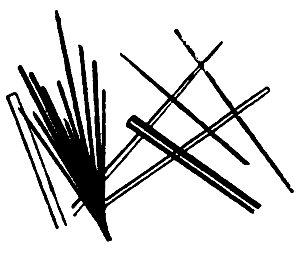


Fig. 19. Krystalle von glykocholsaurem Natron.

Glykocholsaures Natron.
$C_{26}H_{42}NaNO_6$.

(Fig. 19), ein in Wasser leicht lösliches Salz, wel-

ches, **aus** seiner Lösung in Alkohol durch Aether gefällt, in grossen glänzend **weissen** Drusen sternförmiger Nadelgruppen krystallisirt.

Diese Säure bildet einen wesentlichen Bestandtheil der menschlichen, sowie **der** Galle der meisten Säugethiere. Sie ist gebunden an Natron, selbst auch bei **Pflanzenfressern**.

Taurocholsäure $C_{26} H_{44} N S O_7$.

Die zweite der Gallensäuren steht hinsichtlich der chemischen Konstitution **der** vorigen Säure ganz nahe. Sie liefert bei der Spaltung ebenfalls Cholsäure, **daneben** aber anstatt des Glycin das indifferente und nicht mehr basische, schwefel**haltige** Taurin. Dieses ist das Amid der Isäthionssäure oder Sulfäthylensäure $= C_2 H_4 \begin{cases} NH_2 \\ SO_3 H \end{cases}$

Die Taurocholsäure, welche sehr zersetzlich ist, krystallisirt nicht, übertrifft **die** vorige Säure durch ihre Löslichkeit in Wasser und ihre stärker sauren Eigen**schaften**. Sie löst Fette, Fettsäuren und Cholestearin reichlich. Gegen Schwefel**säure** und Zucker verhält sie sich wie Glykocholsäure. Ihre Verbindungen mit **Alkalien** sind in Wasser und Alkohol leicht löslich, unlöslich in Aether. Längere **Zeit** mit Aether in Berührung gebracht, krystallisiren sie: sie verbrennen mit **leuchtender** Flamme.

Was die Zersetzungsprodukte angeht, so sind sie, wie schon erwähnt, den**jenigen** der vorigen Säure analog. Beim Kochen mit Alkalien zerfällt die Tauro**cholsäure** unter Wasseraufnahme in Cholsäure und Taurin, während durch Mine**ralsäuren**, der Glykocholsäure analog, neben Taurin die Choloidinsäure erhalten wird.

Gebunden an Natron bildet die Taurocholsäure den zweiten Hauptbestand**theil** der Galle des Menschen und zahlreicher Säugethiere, das taurocholsaure **Natron** $C_{26} H_{43} Na N S O_7$.

II. Amide, Amidosäuren und organische Basen.

§ 28.

Wir vereinigen unter dieser Benennung eine Reihe weiterer Zersetzungs**produkte**.

Harnstoff oder Karbamid $C H_4 N_2 O$ oder $CO \begin{cases} N H_2 \\ N H_2 \end{cases}$

Das Karbamid, welches gleich allen übri**gen** der hier in Betracht kommenden Stoffe **dem** Pflanzenreiche fehlt, dagegen im mensch**lichen** Organismus den Hauptbestandtheil des **Harns** bildet, ist von vollkommen neutraler **Reaktion** und in dieser Hinsicht mit dem **später** zu besprechenden Kreatin, Glycin und **Leucin** übereinkommend. Es krystallisirt in **langen** vierseitigen Säulen, welche an ihren **Enden** durch eine oder zwei Flächen geschlos**sen** sind (Fig. 20). Er ist sehr leicht löslich **in** Wasser, ebenso in Alkohol, unlöslich da**gegen** in Aether.



Fig. 20. Krystallisationen des Harnstoffs. *a* Auskrystallisirte vierseitige Säulen; *b* unbestimmte Krystalle, wie sie aus alkoholischer Lösung anzuschiessen pflegen.

Der Harnstoff verbindet sich mit Sauer**stoffsäuren** zu salzartigen Verbindungen, wor**in** immer ein Molekül Wasser enthalten ist; **so** mit Salpetersäure und Oxalsäure.

Gerade diese beiden Verbindungen sind bei ihrer charakteristischen Krystallform zur Erkennung unseres Körpers von Wichtigkeit.

Der salpetersaure Harnstoff $CO(NH_2) 2, HNO_3$ (Fig. 21 *aa*) krystallisirt in perlmutterglänzenden Schuppen oder glänzend weissen Blättchen, welche unter dem Mikroskop in der Form rhombischer oder hexagonaler Tafeln erscheinen.

Der oxalsaure Harnstoff $2CO(NH_2) 2, H_2C_2O_4 + 2H^2O$ (Fig. 21 *bb*)

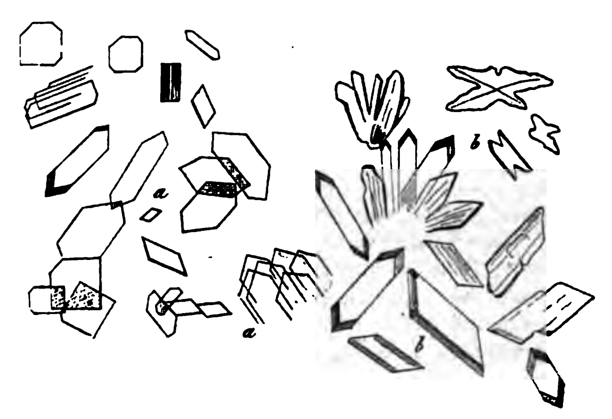


Fig. 21. Krystalle der Verbindungen des Harnstoffs mit Salpetersäure und Oxalsäure. *aa* Salpetersaurer Harnstoff; *bb* oxalsaurer.

bildet für das unbewaffnete Auge lange dünne Blättchen oder Prismen, welche bei mikroskopischer Vergrösserung meistens als hexagonale Tafeln, bisweilen auch als vierseitige Prismen erscheinen. Beiderlei Salze gehören dem monoklinischen Systeme an.

Ebenso vereinigt sich der Harnstoff mit Metalloxyden und Salzen, wie Chlornatrium.

Was die Umsetzungen des Harnstoffs betrifft, so zerfällt derselbe sehr leicht künstlich unter Wasseraufnahme in Kohlensäure und Ammoniak.

Dieselbe Zerspaltung erfolgt bei Berührung mit in Zersetzung begriffenen Thierstoffen, wie den Proteinkörpern, dem Schleim etc. Diese Fermentwirkung derselben ist die Ursache, dass entleerter Harn nach einiger Zeit die alkalische Beschaffenheit annimmt.

Harnstoff entsteht aus andern Alkaloiden, wie Kreatin, und aus Allantoin. bei Behandlung mit Alkalien; ferner, wenn die Harnsäure der Einwirkung oxydirender Säuren und konzentrirten Kali unterworfen wird.

Ausserdem kann Harnstoff auf sehr verschiedenen Wegen künstlich hergestellt werden.

Karbamid erscheint als wichtigster fester Körper im Harn des Menschen in einer $2^1/_2$—3% betragenden Menge und wird mit dieser Flüssigkeit in namhafter Quantität täglich aus dem Körper entfernt; ferner im Blute in sehr geringer Menge [*Strahl* und *Lieberkühn* [1]), *Lehmann* [2]), *Verdeil* und *Dollfuss* [3])]; im Chylus und der Lymphe des Säugethiers [*Wurtz* [4])]. Ebenso soll er nach einer sehr unsicheren Angabe von *Millon* [5]) in den wässrigen Flüssigkeiten des Auges auftreten. Im Gehirn des Hundes nach *Staedeler* [6]); im normalen Schweisse nach *Favre*, *Picard* [7]) und *Funke* [8]). Unter pathologischen Verhältnissen kann er in grosser Verbreitung durch den Organismus erscheinen.

Der Harnstoff, gleich allen verwandten Körpern, ein Zersetzungsprodukt und schon um seiner Löslichkeit willen zur Gewebebildung untauglich, geht erfahrungsgemäss aus den Proteinstoffen des Organismus, den seine Gewebe bildenden ebensowohl, als den überschüssig in's Blut aufgenommenen Eiweisskörpern der Nahrung

hervor. Muskelanstrengungen, ebenso reichliche Fleischdiät erhöhen in diesen Weisen die Menge unseres Stoffes. Ferner steigt die Harnstoffmenge nach Einfuhr mancher Alkaloide in den Körper, wie von Theïn, Glycin, Alloxantin und Guanin. Endlich steigert in die Blutbahn gebrachte Harnsäure die Harnstoffmenge des Urins [*Wöhler* und *Frerichs* [9]].

Im Einzelnen sind wir jedoch über die Harnstoffbildung im Körper wenig aufgeklärt. Wenn es auch feststeht, dass unser Stoff ein Umsetzungsprodukt der Proteinkörper (sowie dass beinahe aller N des Organismus auf diesem Wege nach aussen gelangt), so wissen wir doch auf der anderen Seite über die chemische Umsatzreihe, als deren Endfaktor Harnstoff erscheint, nichts Thatsächliches. Doch können als zum Verständnisse der Entstehung unseres Körpers dienend zwei Momente hervorgehoben werden: nämlich einmal der später zu berührende Umstand, dass Kreatin, ein Umsetzungsprodukt der Proteinkörper, bei Einwirkung von Alkalien in Sarkosin und Harnstoff zerfällt. Ebenso wird durch Behandlung des Guanin mit Oxydationsmitteln neben anderen Körpern Harnstoff erhalten (*Strecker*). Wichtiger vielleicht noch in dieser Hinsicht ist als eine Quelle der Harnstoffbildung im Organismus die Harnsäure, zu deren gewöhnlichen Umsetzungsprodukten bei oxydirenden Einwirkungen unser Körper gehört.

Anmerkung: 1) Preussische Vereinszeitung 1847. N. 47. — 2) *Lehmann*'s physiol. Chemie. Bd. 1, S. 165. — 3) Annalen Bd. 74, S. 214. — 4) *Comptes rendus* Tome 49, p. 52. — 5) *Compt. rend.* Tome 26, p. 121. — 6) *Erdmann*'s Journal Bd. 72, S. 251. — 7) *De la présence de l'urée dans le sang etc. Thèse. Strassbourg* 1856. — 8) *Funke*'s Physiologie. 2. Auflage. Bd. 1, S. 476. — 9) Annalen Bd. 65, S. 337.

§ 29.

Wir reihen hier drei einander nahe verwandte Körper an, welche als Glieder einer Umsatzreihe der histogenetischen Stoffe zu betrachten sind und bei möglicherweise weiterer physiologischer Umwandlung zur Bildung von Harnsäure führen können.

Es sind in Wasser schwer und unlösliche Substanzen, welche sich leicht in Alkalien und Säuren lösen und mit den letzteren krystallinische in Wasser sich theilweise zersetzende Salze liefern. Alle drei mit Salpetersäure abgedampft, stellen gelbe Körper her, welche beim Zusatz von Kali in der Kälte sich roth färben und beim Erhitzen lebhaft purpurroth werden.



Fig. 22. Krystalle des salzsauren Guanin.

Guanin $C_5H_5N_5O$.

Das Guanin, von *Unger* im Guano entdeckt, bildet mit Salzsäure ein in schief zugespitzten Nadeln oder parallelepipedischen Tafeln (überhaupt in Formen des klinorhombischen Systems) krystallisirendes Salz (Fig. 22). *Strecker* gelang es vor Jahren Xanthin durch Umwandlung des Guanin zu erhalten. Guanin bildet keinen Bestandtheil des Harns [1]), findet sich dagegen im Pankreas vor [2]).

Hypoxanthin (Sarkin) $C_5H_4N_4O$.

Das Hypoxanthin von *Scherer*, mit welchem das von *Strecker* später untersuchte Sarkin identisch ist, ergibt schon durch die Vergleichung der Formeln

die nahe Verwandtschaft zum Guanin, sowie dem nachfolgenden Körper, dem Xanthin [3]). Bezeichnend sind die Krystallformen des salpeter- und salzsauren Salzes (Fig. 23), namentlich des ersteren. Salpetersaures Sarkin bei schneller Abscheidung bildet rhomboidale Plättchen; bei langsamerer Drusen schief zugespitzter flacher Prismen oder rhomboidaler Krystalle. Bei langsamem Verdunsten entstehen neben kleineren gurkenförmigen Krystallen andere grosse dunkel quergestreifte, bergkrystallähnliche Formen. Das salzsaure Salz bildet theils Drusen vierseitiger, gebogener, von krummen Flächen eingeschlossener Prismen, theils gröbere, unregelmässige zwillingsartig gruppirte dunklere Prismen (*Lehmann*).



Fig. 23. Krystalle des salpetersauren Sarkin (obere Hälfte) und des salzsauren Salzes (untere Reihe).

Fig. 24. Krystalle des salpetersauren Xanthin (oben) und des salzsauren (unten).

Im Blute des Menschen bei Leukämie (*Scherer*); im Blute des Ochsen und Pferdes; in der Muskulatur, auch in dem Herzen; in der Leber, Milz, Thymus, Schilddrüse (*Scherer, Strecker, Gorup-Besanez*); in der Niere und im Harn [4]).

Xanthin $C_5 H_4 N_4 O_2$.

Das Xanthin [5]), durch den Mehrgehalt eines O-Atomes von Hypoxanthin und durch den Mindergehalt eines Atomes O von der Harnsäure verschieden, bildet mit Salpetersäure ein in Drusen rhombischer Tafeln und Prismen krystallisirendes Salz. Das salzsaure Xanthin erscheint in glänzenden sechsseitigen Tafeln (Fig. 24).

Das Xanthin war früher nur als Bestandtheil sehr seltener Harnsteine bekannt. Später ergab sich ein recht ausgedehntes Vorkommen, freilich nur ganz geringer Mengen in sehr verschiedenen Organen, Drüsen, Muskeln, dem Gehirn und dem Harne.

Allantoin $C_4 H_6 N_4 O_3$.

Dieser Stoff krystallisirt in glänzenden, farblosen Prismen von rhomboedrischer Grundform (Fig. 25). Er ist schwer löslich in kaltem Wasser, leichter in heissem, gar nicht in Aether. Das Allantoin zeigt eine neutrale Beschaffenheit, verbindet sich aber mit Metalloxyden. Durch Hefenzellen zerspaltet es sich in Ammoniaksalze und Harnstoff.

Es entsteht unser Körper künstlich aus der Oxydation der Harnsäure beim Kochen mit Bleisuperoxyd neben Harnstoff.

Das Allantoin ist Bestandtheil der Allantoinsflüssigkeit beim Embryo und des Harns junger Kälber. Nach *Frerichs* und *Staedeler*[6]) erscheint es bei Athembeschwerden im Harn der Säugethiere; ob beim Menschen, steht noch dahin.



Fig. 25. Krystalle des Allantoin.

Wir müssen in ihm gleich den Basen, mit welchen es eine physiologische Verwandtschaft theilt, ein Zersetzungsprodukt stickstoffhaltiger Körperbestandtheile erblicken.

Anmerkung: 1) *Strahl* und *Lieberkühn* (Harnsäure im Blute etc. Berlin 1848. S. 112) glaubten Guanin im Harn gefunden zu haben, was sich später als Irrthum ergab. — 2) Ueber Guanin s. man *Unger*, Annalen Bd. 49, S. 58; *Scherer* l. c. Bd. 112, S. 257, 277; *Strecker* Bd. 108, S. 141 und Bd. 118, S. 151. — 3) *Scherer* in den Annalen Bd. 73, S. 328 und Bd. 112, S. 257; *Strecker* Bd. 108, S, 129. — 4) *Scherer* in den Annalen Bd. 107, S. 314, Bd. 112, S. 257; *Staedeler* in der gleichen Zeitschrift Bd. 99, S. 299 und 304, Bd. 111, S. 28, Bd. 116, S. 102; *Strecker* Bd. 118, S. 151. — 5) Carnin ($C_7 H_8 N_4 O_3$) kommt nach *Weidel* (Annalen Bd. 158, S. 353) im Fleischextrakt vor. Durch Einwirkung von Bromwasser liefert es bromwasserstoffsaures Sarkin. — 6) Mittheilungen der naturforsch. Ges. in Zürich, Bd. 3, S. 463.

§ 30.

Kreatin $C_4 H_9 N_3 O_2 + H_2O$.

Dieser schon früher bekannte, von *Liebig*[1]) aber erst genauer untersuchte Körper hat eine neutrale Reaktion, ist ziemlich schwer löslich in kaltem, leichter in heissem Wasser, unlöslich in wasserfreiem Alkohol und in Aether. Er krystallisirt in wasserhellen rhombischen Prismen (Fig. 26.) Bei 100° C. verliert er sein Krystallwasser; bei stärkerer Erhitzung schmilzt er unter Zersetzung. Mit Säuren bildet das Kreatin sauer reagirende Salze.



Fig. 26. Krystalle von Kreatin.

Von Wichtigkeit sind einige Zersetzungsprodukte des Kreatin. In Säuren aufgelöst und erhitzt, verwandelt es sich unter Verlust von 1 Molekül Wasser in einen verwandten, auch natürlich vorkommenden Körper, das Kreatinin $C_4 H_7 N_3 O$. Mit Barytwasser gekocht geht das Kreatin über unter Aufnahme eines Moleküles Wasser in Harnstoff $C H_4 N_2 O$ und eine andere noch nicht natürlich angetroffene Base, das Sarkosin (Methylglykokoll) $C_2 H_4 (CH_3) N O_2$. Kreatin entsteht nach *Volkard* aus Sarkosin und Cyanamid $C_2 H_2 O_2 N \begin{cases} CH_3 \\ H \end{cases}$

$$+ NC. NH_2 = C_2 H_2 O_2 N \begin{cases} CH_3 \\ C (NH) NH_2. \end{cases}$$

Man betrachtet jenes als Methyluramidoessigsäure (Methylguanidinessigsäure).

Unser Körper kommt vor, aber nur in geringer Menge, in der Flüssigkeit, welche die Muskeln des Menschen und der Wirbelthiere durchtränkt; ebenso in derjenigen des Hirns [beim Hunde hier nach *Staedeler*[2]) neben Harnstoff], im Hoden (?), im Blute [*Verdeil* und *Marcet*[3]), *Voit*[4])]. Im Harn soll sie nach

Heintz[5]) ursprünglich nicht enthalten sein, sondern erst aus dem Kreatinin sich bilden.

Wir dürfen das Kreatin als eins der Zersetzungsprodukte des Muskels und der Gehirnsubstanz betrachten, was mit dem Harn den Körper verlässt. Vielleicht wird der grössere Theil des im Organismus entstehenden Kreatin alsbald weiter zerlegt und unsere Base ist eine der Quellen des Harnstoffs, wofür die oben erwähnte Zerspaltung beim Kochen mit Barytwasser zu sprechen scheint.

Kreatinin $C_4 H_7 N_3 O$.

Dieser dem Kreatin nahe verwandte Körper krystallisirt in farblosen, schief rhombischen Säulen, welche dem monoklinischen System angehören (Fig. 27). Im Gegensatze zu dem vorhergehenden Stoffe hat das Kreatinin stark basische Eigenschaften und ist in Wasser leicht lösbar. Mit Säuren geht es Verbindungen zu krystallinischen, gewöhnlich löslichen Salzen ein.

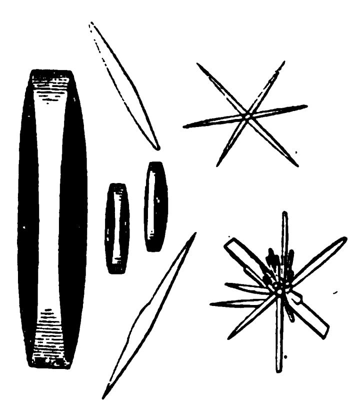


Fig. 27. Krystalle des Kreatinin.

Das Kreatinin entsteht bei der Behandlung des Kreatin mit Säuren. Umgekehrt wandelt sich eine wässrige Kreatininlösung wieder in Kreatin um.

Mit Barytwasser gekocht zerfällt es in Ammoniak und Methylhydantoin $C_4 H_6 N_2 O_2$. Man sieht es zur Zeit als Glykolylmethylguanidin an.

Das Kreatinin ist Bestandtheil der Muskelflüssigkeit; ebenso erscheint es im Harn. Hier tritt es in grösserer Menge auf und, wie so eben bemerkt, mit Umbildung zu Kreatin. *Verdeil* und *Marcet* wollen es, gleich dem Kreatin, im Blute angetroffen haben.

Anmerkung: 1) Annalen Bd. 62, S. 257. — 2) *Erdmann's* Journal Bd. 72, S. 256. — 3) Journal de pharmacie et chimie. 3. Série. Tome 20, p. 91. — 4) Zeitschrift für Biologie. Bd. 4, S. 77. — 5) *Poggendorff's* Annalen. Bd. 70, S. 476.

§ 31.

Leucin $C_6 H_{11} (NH_2) O_2$.

Das Leucin oder die Amidocapronsäure bildet sich bei der künstlichen Zersetzung der Proteinkörper, der leimgebenden Materien und der elastischen Substanz, theils durch Säuren, theils durch Alkalien. Ebenso entsteht es, gleich dem später zu besprechenden Tyrosin, als Fäulnissprodukt der Eiweissstoffe (und als solches war es auch schon vor langen Jahren durch *Proust* aufgefunden).

In späterer Zeit ist es durch die Untersuchungen von *Frerichs* und *Staedeler*[1]), welche es als physiologisches Zersetzungsprodukt in weiter Verbreitung durch den Körper nachwiesen, von hohem Interesse geworden. Einzelne weitere Beiträge lieferten hierzu *Cloëtta*[2]) und *Virchow*[3]). Ausserdem bestätigten *Gorup-Besanez*[4]) und *Radziejewsky* [5]) eine Reihe dieser Angaben.

Das Leucin erscheint als krystallinischer Körper, theils (aber nur sehr selten und im Zustande grösster Reinheit) in zarten klinorhombischen Plättchen, theils in kugligen Drusen (Fig. 28), welche ein sehr charakteristisches Ansehen besitzen. Sie zeigen sich theils in kleinen Kugeln (*a*), theils in Halbkugeln (*bb*), theils als Aggregate kugliger Massen (*ccd*), wobei nicht selten einer grösseren Kugel kleinere

Kugelsegmente unter Abplattung in Mehrzahl aufsitzen (*def*). Die Leucinkugeln lassen entweder keine Schichtung erkennen und erinnern alsdann schwach an Fettzellen, oder sie bieten ein geschichtetes Ansehen dar (*gggg*). Häufig sind die Kugeln des Leucin mit rauher, wie angefressener Oberfläche versehen.

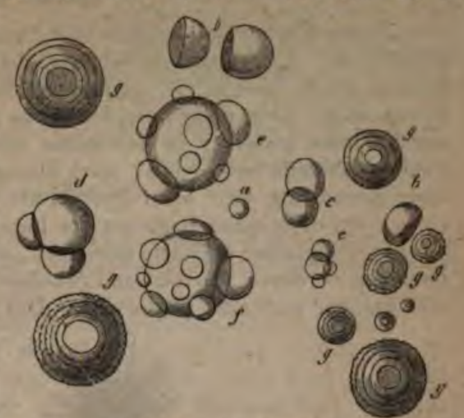


Fig. 28. Kugelförmige Krystallmassen des Leucin. *a* Eine sehr kleine einfache Kugel; *bb* halbkuglige Massen; *cc* Aggregate kleinerer Kugeln; *d* eine grössere Kugel mit zwei Halbkugeln besetzt; *ef* grosse Leucinkugeln mit kleineren Kugelsegmenten reichlich versehen; *gggg* geschichtete Leucinkugeln, theils mit glatter, theils mit rauher Oberfläche und von sehr verschiedener Grösse.

Das Leucin ist ohne Reaktion auf Pflanzenfarben, l e i c h t löslich in Wasser, Salzsäure und Alkalien, sehr wenig dagegen in kaltem Alkohol und unlöslich in Aether. Vorsichtig erhitzt kann es verflüchtigt werden. Bei schneller Erhitzung schmilzt es unter Zersetzung. Aus seinen Lösungen wird es durch die meisten Reagentien nicht gefällt.

Was Vorkommen und Bedeutung des Stoffes im menschlichen Organismus betrifft, so haben wir das bei der Fäulniss histogenetischer Substanzen entstandene Leucin von dem durch physiologische Umsetzung im lebenden Körper hervorgegangenen zu unterscheiden. Letzteres erscheint öfters, aber nicht immer, von Tyrosin begleitet, als Bestandtheil vieler Organflüssigkeiten und Drüsensäfte, bald reichlicher, bald in geringer Menge und unter pathologischen Verhältnissen oft ungewöhnlich massenhaft da, wo es in den Tagen der Gesundheit fehlt oder nur in Spuren vorhanden ist, also z. B. in der Leber.

In der Milz; dem Pankreas und dessen Sekrete; den Speicheldrüsen und dem Speichel; in dem Lymphknoten; in der Thymus und Thyreoidea; in der die Lungen durchtränkenden Flüssigkeit. In der normalen Leber fehlt es entweder ganz oder ist nur in Spuren vorhanden; ebenso scheint es im Gehirn vermisst zu werden. Gleichfalls fehlt das Leucin in den Muskeln; nur im Herzen kommt es als pathologischer Bestandtheil nicht selten vor. In der Niere ist es zuweilen reichlich vorhanden und kann in den Harn übergehen (*Staedeler*).

Diese Thatsachen sind von physiologischem Werthe, indem sie uns in den einzelnen Organen differente Umsatzreihen der histogenetischen Stoffe beweisen. So ist Leucin kein Umsetzungsprodukt des Muskels, wohl aber vieler Drüsengebilde. Dass das Leucin, wie künstlich so auch im Organismus, aus Proteinstoffen, leimgebenden Körpern und elastischer Materie hervorgehen könne, unterliegt keinem Zweifel, und seine physiologische Entstehung durch einen der Fermentkörper des pankreatischen Saftes aus Albuminaten ist bewiesen (*Kühne*).

Das Leucin wird theilweise mit den Drüsensäften entleert und erscheint im Darmkanale; theils dürfte es im Organismus alsbald weiter zersetzt werden. Die auffallende Thatsache, dass in den Lymph- und Blutgefässdrüsen neben ihm Ammoniak vorkommt, gestattet die Möglichkeit, eine derartige Zersetzung des Leucin in Ammoniak und flüchtige Fettsäuren anzunehmen (*Frerichs* und *Staedeler*); wie denn auch das in den Darmkanal gelangte Leucin im unteren Theile desselben die gleiche Zerspaltung erfährt.

Anmerkung: 1) Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Bd. 3, S. 445 und Bd. 4, S. 80. — 2) Vierteljahrsschrift der naturf. Ges. in Zürich. Bd. 1, S. 205. — 3) In der deutschen Klinik von 1855. 35 und *Virchow*'s Archiv Bd. 8, S. 355. — 4) Annalen Bd. 98, S. 1. — 5) *Virchow*'s Archiv Bd. 36, S. 1.

§ 32.

Tyrosin $C_9 H_{11} N O_3$.

Dieser Körper ist ebenfalls eine Amidosäure, deren Natur aber noch nicht festgestellt ist. Er besitzt schwach basische Eigenschaften und entsteht, dem vorgehenden gleich, aber in viel geringerer Menge bei der künstlichen Zersetzung der Proteinstoffe (nicht mehr aber des Leims und der elastischen Substanz), ebenso bei der Fäulniss ersterer; in besonders reichlicher Menge bei der Zersetzung des Seidenfaserstoffs und -leims; auch Hornstoff und thierischer Schleim liefern bei ihrer Zersetzung weit mehr Tyrosin als die ursprünglichen Proteinstoffe. Wie er sonach ein chemischer Begleiter des Leucin ist, wurde er in neuerer Zeit auch als ein physiologischer Gefährte desselben, als Bestandtheil des normalen und kranken Organismus durch *Frerichs* und *Staedeler*[1]) nachgewiesen. Doch ist das Tyrosin viel weniger verbreitet als Leucin. Das Tyrosin (Fig. 29) krystallisirt in seideglänzenden weissen Nadeln (*a*), welche sich häufig zu ungemein zierlichen kleineren oder sehr ansehnlichen Gruppen (*b b*) verbinden. Während Leucin in Wasser leicht sich löst, ist Tyrosin in diesem schwer löslich; in Aether und Alkohol ist es im reinen Zustande unlöslich. Beim Erhitzen schmilzt es unter Zersetzung und vereinigt sich in bestimmten Proportionen mit Säuren und Basen. Mit konzentrirter Schwefelsäure erwärmt bilden sich neben anderen Säuren die Tyrosinschwefelsäure, welche mit Eisenchlorid gleich ihren Salzen eine prachtvoll violette Farbe annimmt [*Piria*'sche Reaktion[2])].



Fig. 29. Nadelförmige Krystallisationen des Tyrosin. Bei *a* die einzelnen Nadeln; bei *b b* kleinere und grosse Gruppirungen derselben.

Die eben erwähnte Reaktion gegen Eisenchlorid erinnert an die Salicylverbindungen, obgleich die Konstitution noch nicht mit Sicherheit ermittelt ist.

Sehen wir ab von dem durch Fäulniss im Organismus entstandenen Tyrosin, so erhalten wir ähnliche physiologische Vorkommnisse unseres Stoffes wie bei der vorhergehenden Base. So vermisst man das Tyrosin, gleich oder ähnlich dem Leucin, in der normalen Leber; wohl darum, weil es alsbald weiter zersetzt wird. Es erscheint dagegen unter pathologischen Verhältnissen in diesem Organe. Tyrosin, welches im Uebrigen, wie schon oben erwähnt, in geringerer Menge aus Eiweisskörpern entsteht als Leucin, ebenso noch der physiologischen Quelle der Leimstoffe und der elastischen Substanz entbehrt und dazu noch viel schwerer löslich ist, wird nach dem bisherigen Wissen da häufig vermisst, wo Leucin vorkommt.

So hat man es allein in nicht unansehnlicher Menge in der Milz und im Gewebe des Pankreas sowie bei der Eiweissverdauung durch den pankreatischen Saft angetroffen[3]).

Die physiologische Bedeutung des Tyrosin ist wohl im Allgemeinen derjenigen des Leucin verwandt.

Anmerkung: 1) Man vergl. über diese Base die Arbeiten von *Frerichs* und *Staedeler* l. l. c. c. (s. Leucin). — 2) Um diese Reaktion zu erhalten, empfiehlt sich folgendes Verfahren am meisten: Einige Körnchen Tyrosin von der Grösse eines Nadelkopfes werden mit ein bis zwei Tropfen konzentrirter Schwefelsäure übergossen und über der Lampe gelinde

erwärmt, wobei sich das Tyrosin mit vorübergehend rother Farbe auflöst. Dann setzt man Wasser zu und neutralisirt die Lösung mit kohlensaurem Baryt oder Kalk. Um die entstandene zweifach kohlensaure Erde zu zerstören, wird zum Kochen erhitzt und filtrirt, wobei das Filtrat entweder an sich oder nach vorhergegangener Konzentration durch Abdampfen die angeführte Reaktion ergibt. — 3) *Radziejewsky* (a. a. O.) läugnet indessen neuerdings das Vorkommen des Tyrosin für den normalen Organismus des Gänzlichen.

§ 33.

Glycin $C_2 H_3 (NH_2) O_2$.

Das Glycin, auch Glykokoll, Leimsüss, Leimzucker genannt, in Wirklichkeit Amidoessigsäure, ist im Organismus noch nicht frei angetroffen worden, erscheint dagegen bei der Spaltung mehrerer thierischer Säuren, der Hippursäure, der Harnsäure und einer der beiden Gallensäuren, der sogenannten Glykokocholsäure. Ebenso ist es als ein künstliches Zersetzungsprodukt des Glutin und Chondrin von Interesse. Am reichlichsten erhält man es bei der Zersetzung des Seidenfaserstoffs (Fibroin) neben Leucin und Tyrosin. Aus der Chloressigsäure kann es durch Einwirkung von Ammoniak künstlich dargestellt werden.

Es krystallisirt in farblosen rhombischen, dem monoklinometrischen Systeme angehörigen Säulen (Fig. 30), welche bis 100° C. erhitzt, kein Wasser verlieren, dagegen bei einer Erhitzung auf 178° C. unter Zersetzung schmelzen. Das Glycin hat einen süssen Geschmack, ist ohne alkalische Reaktion, leicht löslich in Wasser, fast unlöslich in Alkohol und Aether. Es bildet mit Säuren sauer reagirende Salze, kann sich übrigens auch mit Basen und selbst Salzen vereinigen.



Fig. 30. Verschiedene Krystallformen des Glycin.

Ein dem Glycin nahe verwandter Körper muss im Organismus entstehen und zwar vermuthlich aus den leimgebenden Stoffen (ohne dass wir jedoch davon zur Zeit eine nähere Kunde besässen), welcher mit Cholsäure die Glykocholsäure und mit Benzoësäure die Hippursäure bildet. Bei der Zerspaltung beider Säuren wird jener Körper unter Wasseraufnahme in der Form des Glycin frei.

Das Glycin verlässt theils mit der Hippursäure durch den Harn den Leib, theils wird es als Bestandtheil der Glykocholsäure mit dieser grösstentheils wieder in das Blut resorbirt, wie *Bidder* und *Schmidt* zeigten, um hier weitere Zersetzungen zu erfahren, die wir nicht näher kennen[1]).

Cholin, Neurin $C_5 H_{15} NO_2$ oder $C_2 H_4 \begin{cases} OH \\ N(CH_3)_3 OH. \end{cases}$

Schon vor Jahren hatte *Strecker*[2]) in der Galle des Schweins und Ochsen eine neue Base, das Cholin, jedoch nur in sehr geringer Menge angetroffen. Man gewinnt (§ 20) beim Kochen des Lecithin mit Barytwasser bekanntlich das Neurin, eine Base von stark alkalischer Reaktion. In interessanter Weise ergab sich neuerdings die Identität beider Körper. Neurin wird als Trimethyloxyäthyl-Ammoniumoxydhydrat betrachtet [*Baeyer* [3])]. Die Komposition des salzsauren Neurin gelang endlich *Wurtz* aus salzsaurem Glykol und Trimethylamin[4]).

Anmerkung: 1) Vergl. das Werk: die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. — 2) Annalen Bd. 123, S. 353. — 3) Annalen Bd. 140, S. 306 u. Bd. 142, S. 322. Man s. auch *Dybkowsky* in *Erdmann's* Journal Bd. 100, S. 153. — 4) Comptes rendus, Tome 65, p. 1015 u. 66, p. 772.

§ 34.

Taurin $C_2 H_7 NSO_3$ oder $C_2 H_4 \begin{cases} NH_2 \\ SO_3 H \end{cases}$

Dieser gleichfalls mit dem hohen Schwefelgehalte von 25,7 % versehene Körper, schon vor längerer Zeit als Bestandtheil der Galle entdeckt, krystallisirt unter der Grundform eines geraden rhombischen Prisma (mit Winkeln der Seitenkanten von 111° und 68° 16) in farblosen, sechsseitigen Prismen mit vier- und sechsseitiger Zuspitzung (Fig. 31 *a*); aus unreinen Lösungen schiesst er in unregelmässigen garbenartigen Massen an (*b*).



Fig. 31. Krystalle von Taurin. *a* Ausgebildete sechsseitige Prismen. *b* Unbestimmte garbenartigen Massen aus unreiner Lösung.

Taurin ist ohne Reaktion auf Pflanzenfarben, ziemlich leicht löslich in Wasser, unlöslich in Alkohol und Aether. Auffallend ist die grosse Unveränderlichkeit des Stoffes, indem er selbst von Mineralsäuren, in welchen er sich löst, beim Kochen nicht zersetzt wird. Durch Gerbsäure und Metallsalze wird Taurin aus seinen Lösungen nicht gefällt. Der Schwefel ist in anderer Verbindung als im Cystin in ihm enthalten und wurde lange übersehen[1]).

Man hat unser Taurin in neuerer Zeit komponirt. Es hängt mit der Isäthionsäure oder Sulfäthylensäure $C_2 H_4 \begin{cases} OH \\ SO_3 H \end{cases}$ zusammen.

Isäthionsaures Ammoniak liefert bis 200° C. erhitzt unter Verlust eines Molekül Wasser das Taurin [*Strecker*[2])], nämlich

$$C_2 H_4 \begin{cases} OH \\ SO_3 NH_4 \end{cases} - H_2O = C_2 H_4 \begin{cases} NH_2 \\ SO_3 H \end{cases};$$

das Taurin ist Amidosulfäthylensäure.

Ebenso erhält man es [*Kolbe*[3])] durch die Einwirkung von Ammoniak auf Chloräthylschwefelsäure.

Das Taurin wird als Spaltungsprodukt einer der beiden Gallensäuren gewonnen und enthält den ganzen Schwefelgehalt dieser wichtigen Flüssigkeit. Ebenso wird es bei der im Körper eintretenden Zersetzung dieser Säure, der sogenannten Taurocholsäure, frei und erscheint so in abnormer, sowie faulig zersetzter Galle und im unteren Theile des Darmkanals (*Frerichs*). Ferner ist es von *Cloëtta* in der Nieren- und Lungenflüssigkeit angetroffen worden. An letzterem Orte hatte er früher *Verdeil*[4]) als Lungensäure beschrieben; in den Nebennieren des Rindes [*Holm*[5])]. Im Blute fehlt es.

Was den Ursprung des Taurin betrifft, so sind wir darüber zur Zeit noch nicht aufgeklärt. Unser Körper hat die Natur eines Zersetzungsproduktes, und allerdings dürfte es kaum einem Zweifel unterliegen, dass er bei seinem Schwefelgehalt ein Umsetzungsprodukt der Eiweissstoffe ausmache, deren Schwefel er zu einem ansehnlichen Theile enthält.

Was seine weiteren Zersetzungen betrifft, so ist hier eine Beobachtung *Buchner's*[6]) von hohem physiologischem Interesse. Das sonst so unveränderliche Taurin zerfällt durch einen Fermentkörper, nämlich den Gallenblasenschleim, bei Gegenwart von Alkalien in kohlensaures Ammoniak, schweflige Säure und Essigsäure. Letztere Säure, an Alkali gebunden, geht in das kohlensaure Salz über

und die schweflige Säure in Verbindung mit Natron verwandelt sich durch Oxydation später zur Schwefelsäure, so dass man in der faulenden Galle $Na_2 SO_4$ antrifft. Da die in den Darm ergossene Galle nach den Beobachtungen von *Bidder* und *Schmidt*[7]) zu einem grossen Theile wieder resorbirt wird, so erklärt sich hiernach wenigstens theilweise der Ursprung der schwefelsauren Salze, welche mit dem Harn schliesslich den Körper verlassen.

Cystin $C_3 H_7 NSO_2$.

Dieser Körper ist ausgezeichnet durch seinen hohen, über 26,6% betragenden Schwefelgehalt.

Cystin krystallisirt in farblosen, sechsseitigen Tafeln oder Prismen (Fig. 32), ist in Wasser und Alkohol, ebenso in kohlensaurem Ammoniak unlöslich. Es löst sich dagegen leicht in Mineralsäuren, ebenso in Alkalien, aus welchen es von organischen Säuren, so z. B. Essigsäure, ausgefällt wird. Das Cystin verbindet sich mit Säuren und Alkalien. Umsetzungsprodukte und Konstitution sind noch nicht ermittelt, wie wir denn auch noch nicht einmal wissen, in welcher Form der Schwefel in ihm enthalten ist.

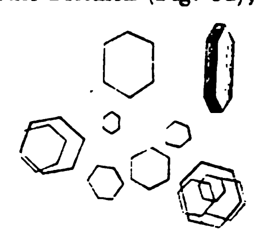


Fig. 32. Krystalle des Cystin.

Das Cystin, ein seltener Körper, bildet gewisse Formen von Harnsteinen und kann auch als abnormer Harnbestandtheil erscheinen. Einmal hat man Cystin in der Leber angetroffen [*Scherer*[8])]. Im Gewebe der Ochsenniere wurde Cystin (aber nicht konstant) von *Cloëtta*[9]) gefunden. Die physiologischen Verhältnisse unseres Stoffes sind noch gänzlich dunkel.

Anmerkung: 1) *Redtenbacher* in den Annalen Bd. 57, S. 170. — 2) Annalen Bd. 91, S. 97. — 3) Dieselbe Zeitschrift Bd. 122, S. 33. — 4) Annalen Bd. 81, S. 334. — 5) *Erdmann's* Journal Bd. 100, S. 151. — 6) A. d. O. Bd. 78, S. 203. — Eine ähnliche Zerlegung erfährt das Taurin durch Kalihydrat. — 7) Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. Mitau und Leipzig 1852, S. 215. — 8) *Virchow's* Archiv Bd. 10, S. 228. — 9) Vierteljahrsschrift der naturf. Gesellsch. in Zürich Bd. 1, S. 205.

I. Thierische Farbestoffe.

§ 35.

Die thierischen Farbestoffe, dem Pflanzenreiche fehlend, stammen vielfach von dem natürlichen Blutfarbestoff, dem Hämoglobin (§ 13) ab. Sie ergeben sich entweder als künstliche Zersetzungsprodukte oder kommen im lebenden Körper vor.

Hämatin, Blutroth $C_{34} H_{34} N_4 Fe O_5$ (*Hoppe*).

Dieser Körper lässt sich, wie schon erwähnt, aus den rothen Blutkörperchen oder dem Hämoglobin, aber nur in geronnenem Zustande gewinnen.

Das Hämatin[1]) stellt nach *Hoppe* eine amorphe blauschwarze, beim Reiben rothbraune Masse dar, welche in Wasser und Alkohol sich nicht löst, wohl aber in einem Alkohol, welcher mit etwas Schwefelsäure oder Salpetersäure versetzt ist. Wässriges und weingeistiges Ammoniak, ebenso kaustische Alkalien in verdünnter wässriger oder alkoholischer Lösung nehmen unsern Farbestoff gleichfalls auf; eine grosse Menge Kali, namentlich beim Kochen, gibt einer derartigen Hämatinlösung häufig eine grünliche Färbung. In Wasser aufgeschwemmtes Hämatin wird durch Chlor unter Bildung von Eisenchlorid entfärbt, trocknes Blutroth durch

Chlorgas grün. Alkalische (nicht aber sauere) Lösungen des Hämatin zeigen Dichroismus, erscheinen in dünneren Lagen olivengrün, in dickeren roth [*Brücke* [2])].

Durch konzentrirte Schwefelsäure vermag man dem Hämatin das Eisen zu entziehen. An die Stelle des letzteren ist aber Wasser in die Verbindung eingetreten [*Hoppe* [3])].

Chlorwasserstoffhämatin, Hämin $C_{34}\ H_{34}\ N_4\ Fe\ O_5 .\ H\ Cl$ (*Hoppe*).

Teichmann[4]) machte uns mit einer eigenthümlichen Krystallbildung des Blutes bekannt. Eingetrocknetes Blut mit erwärmtem Eisessig behandelt, selbst wenn die Fäulniss schon eingetreten ist, scheidet regelmässig in zahlloser Menge Krystalle von bräunlicher, dunkelbrauner oder fast schwärzlicher Farbe aus, welche in Form rhombischer Säulen (und dann an das folgende Hämatoidin erinnernd), bisweilen auch in Nadeln oder sternförmigen Gruppen erscheinen (Fig. 33). Die Gegenwart von Chloralkalien ist, wie *Teichmann* richtig angab und wie man leicht begreift, für das Zustandekommen dieser Krystallisation unentbehrlich. Diese sogenannten Häminkrystalle zeigen eine beträchtliche Beständigkeit, zersetzen sich nicht an der Luft, lösen sich weder in Wasser, noch in Alkohol und Aether, ebenso nicht in Essigsäure. Salpetersäure dagegen löst sie beim Kochen. Leicht löslich ist das Hämin in Schwefelsäure, Ammoniak und verdünnter Kalisolution. Durch konzentrirte Kalilauge werden unsere Krystalle unter Aufquellen schwarz. Zum Nachweis geringer Mengen Blutes in forensischer Hinsicht sind die Häminkrystalle von höchster Wichtigkeit. Aus dem Muskelfarbestoff gewann sie *Kühne*.

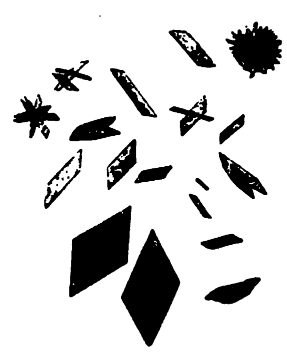


Fig. 33. Krystalle des Hämin.

Bis vor Jahren war die chemische Kenntniss des Hämin eine ganz ungenügende. *Hoppe* verdanken wir die erste genaue Untersuchung. Er stellte es aus reinem Hämoglobin (s. oben) her und lehrte es wieder in gewöhnliches Hämatin umwandeln[5]).

Hämatoidin $C_{17}\ H_{18}\ N_2\ O_3$ oder $C_{34}\ H_{36}\ N_4\ O_6$ (?).

Aus den Gefässen entleertes und in den Geweben stagnirendes Blut erfährt allmählich weitere Veränderungen. Hierbei entsteht ein krystallinischer Farbestoff, welcher dem Hämatin nahe verwandt, aber eisenfrei ist. Dieser, das Hämatoidin[6]), krystallisirt in rhombischen Prismen (Fig. 34) oder auch in Nadeln (*Robin*). Bei mikroskopischer Untersuchung erscheinen in durchfallendem Lichte die Krystalle roth, bei auffallendem kantharidengrün. Hämatoidin löst sich sehr leicht in Chloroform mit goldgelber, in Schwefelkohlenstoff mit flammendrother Farbe. Ebenfalls löst die Krystalle absoluter Aether; nicht gelöst werden sie dagegen von absolutem Alkohol, von Wasser, Ammoniak, Natronlauge, verdünnter Essigsäure. Konzentrirte Essigsäure löst sie jedoch in der Wärme mit goldgelber Farbe [*Holm* [7])].



Fig. 34. Hämatoidinkrystalle.

Aus den Eierstöcken der Kühe gelang es *Staedeler* durch Behandlung mit Chloroform oder Schwefelkohlenstoff ungewöhnlich grosse, bis gegen 0,45^{mm} messende Krystalle unseres Farbestoffs zu gewinnen (Fig. 35). Dieselben treten unter dem Mikroskop zuerst als spitzwinklige dreiseitige Tafeln auf mit einer konvexen Seite (*a*). Doch kann diese eine konvexe Seite auch durch zwei gerade Linien ersetzt

werden, so dass deltoïdische Tafeln (*b*) entstehen. Zwei derartige Tafeln pflegen dann zwillingsartig zu verwachsen, indem ihre konvexen Seiten sich berühren oder übergreifend verschmelzen (*bc*). So entstehen dann die für das Hämatoidin (Fig. 34) gewöhnlich gezeichneten rhombischen Tafeln; in der Regel zunächst noch mit Einschnitten an der Stelle der stumpfen Winkel des Rhombus, welche sich allmählich ausfüllen (*dd*). Nicht selten verwachsen auch mit den beiden ersten Krystallindividuen zwei andere zwillingsartig, so dass nun vierstrahlige Sterne erscheinen (*e*). Durch Ausfüllung ihrer einspringenden Winkel entstehen dann vierseitige Tafeln, welche durch Dickenzunahme schliesslich das Ansehen etwas geschobener Würfel (*fg*) erlangen.



Fig. 35. Sehr grosse Hämatoidinkrystalle aus dem Ovarium der Kuh durch Behandlung mit Chloroform erhalten.

Anmerkung: 1) Ueber die Darstellung des Hämatin vergl. man die Lehrbücher der Chemie. — 2) Wiener Sitzungsberichte Bd. 10, S. 107 und Bd. 13, S. 485. — 3) Vergl. über Hämatin und Hämin die monographische Arbeit *Preyer*'s. Das »Hämatoïn« des letzteren Gelehrten ist möglicherweise identisch mit dem sogenannten eisenfreien Hämatin. — 4) *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift für rationelle Medizin 1853, S. 375. — 5) Man vergl. *Virchow*'s Archiv Bd. 29, S. 233 und 597 (auch für das Hämatin), sowie den Aufsatz von *Büchner* und *Simon* in der gleichen Zeitschrift Bd. 17, S. 50. — 6) *Robin* hatte früher das Hämatoidin analysirt, (*Erdmann*'s Journal Bd. 67, S. 161), und eine unrichtige Formel aufgestellt. Viel besser stimmt mit den Resultaten der Verbrennung eine von *Staedeler* (Annalen Bd. 116, S. 89) berechnete Formel $C_{15}H_{18}N_2O_3$. Man vergl. noch den Aufsatz von *Virchow* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 1, S. 303. Die Zeit, welche zur Bildung der Hämatoidinkrystalle erforderlich ist, scheint verschieden auszufallen. Gewöhnlich treten sie nicht vor zwei Wochen auf (*Friedreich* in *Virchow*'s Archiv Bd. 30, S. 380); doch hat man sie auch schon nach zwei Tagen getroffen (*Billroth*'s Untersuchungen über die Entwicklung der Blutgefässe. Berlin 1856, S. 22. Anmerkung). — 7) S. dessen Arbeit in *Erdmann*'s Journ. Bd. 100, S. 142. Frühere Angaben über das Verhalten des Hämatoidin weichen vielfach ab. Der Unterschied gegenüber Bilirubin (s. u.) ist von Interesse.

§ 36.

Harnfarbestoff, Uroërythrin oder Urohämaitin.

In dem Urin kommt in sehr geringer Menge ein rother Farbestoff vor, welcher dieser Flüssigkeit das gelbliche Kolorit ertheilt und Sedimente des Harns lebhaft roth zu färben vermag. Es ist unser Körper sehr zersetzlich, sehr schwierig rein zu erhalten und desshalb noch sehr ungenügend gekannt. Nachdem früher *Scherer*[1]) mit diesem Gegenstande sich beschäftigt hatte, wurde der Harnfarbestoff in späterer Zeit von *Harley*[2]) untersucht. Er erhielt einen rothen Farbestoff, welcher in Wasser fast unlöslich ist, von erwärmtem frischem Harn dagegen mit gelber Farbe aufgenommen wird, von Aether und Alkohol mit prächtigem Roth. *Harley* fand dieses Pigment eisenhaltig und betrachtete es als ein modifizirtes Blutroth. Daneben fand er noch einige andere färbende Materien im Urin vor.

Einen rothen Farbestoff des Harns mit spektroskopischen Eigenthümlichkeiten, welcher auch in der Galle und dem Kothe sich vorfindet, hat in neuerer Zeit *Jaffe*[3]) unter dem Namen Urobilin beschrieben.

Blaue und violette Farbestoffe, welche bisweilen im menschlichen Harn angetroffen werden können, erscheinen in sehr geringer Menge. Unter Umständen hat man in Urin Indigo bemerkt (*Sicherer*), ohne dass er von aussen aufgenommen worden war; Indikan $C_{26}H_{31}NO_{17}$, das Chromogen, ist nach *Hoppe* konstant vorhanden[4]).

Schwarzes Pigment, Melanin.

Das schwarze Pigment erscheint im normalen Organismus in Form sehr kleiner Körnchen, der Pigmentmoleküle, und bildet eine durch seine grosse Schwerlöslichkeit und Unveränderlichkeit ausgezeichnete Substanz. Melanin ist unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, verdünnten Mineralsäuren und konzentrirter Essigsäure. Verdünnte Kalilauge löst es in der Wärme, aber erst nach längerer Zeit. Konzentrirte Salpetersäure löst es unter Zersetzung. Die Asche ist eisenhaltig.

Die bisherigen Untersuchungen der Konstitution des Melanin können nur mit Zweifel angesehen werden, da der Stoff sehr schwierig rein zu erhalten sein dürfte [5].

Das Melanin, neben dem Blutfarbestoff das einzige Pigment des Organismus, welchem wir eine gewisse histogenetische Bedeutung nicht absprechen können, erscheint in der Regel als Inhalt polygonaler oder sternförmiger Zellen. Seine grösste Verbreitung gewinnt es im innern Auge. Auffallend ist sein massenhaftes Vorkommen bei manchen niederen Wirbelthieren, z. B. den Fröschen.

Pathologisch tritt es (oder verwandte Materien) oft in grosser Verbreitung in einzelnen Organen, Geschwülsten etc. auf.

Es ist sein Ursprung allgemein und auch wohl mit Recht aus dem Blutfarbestoff angenommen. Hierfür sprechen namentlich die pathologischen schwarzen Pigmente, deren Entstehung aus Hämatin oftmals genau zu verfolgen ist.

Nicht zu verwechseln mit dem Melanin ist das gewöhnlich schwarze Lungenpigment des Menschen. Es besteht aus Kohlenmolekülen (Kohlenstaub, Lampenruss) der eingeathmeten Luft, womit sein Fehlen in den Lungen des Neugebornen sowie frei lebender Säugethiere übereinstimmt [6].

Anmerkung: 1) Annalen Bd. 57, S. 180. — 2) Würzburger Verhandlungen Bd. 5, S. 1. — 3) *Virchow's* Archiv Bd. 47, S. 405 und Centralblatt für die med. Wissenschaften 1871, S. 465. — 4) *Sicherer*, Annalen Bd. 90, S. 120; *Hoppe* in *Virchow's* Archiv Bd. 27, S. 388. — Nach nicht veröffentlichten Untersuchungen *Staedeler's* enthält gleich dem gewöhnlichen auch der rohe, aus menschlichem Harn dargestellte Indigo ebenfalls Indigroth, welches bei Behandlung mit Chloroform eine prachtvolle rothe Lösung ergibt. Man vergl. dazu noch *Kühne's* physiol. Chemie, S. 509. Man s. ferner *Jaffe* in *Pflüger's* Archiv Bd. 3, S. 488 und im Centralblatt 1872, S. 481. — 5) Eine Analyse bei *Scherer*, Annalen Bd. 40, S. 63. — 6) Man vergl. *Knauff* in *Virchow's* Archiv Bd. 39, S. 442. Wir kommen bei der Lunge darauf zurück.

§ 37.

Gallenfarbestoffe.

Die färbende Materie der Galle war bis vor Kurzem höchst ungenügend gekannt [1]. Sie charakterisirt sich durch ihre Reaktion gegen Salpetersäure. Eine salpetrige Säure enthaltende Salpetersäure oder eine solche, der konzentrirte Schwefelsäure zugesetzt ist, ruft ein eigenthümliches Farbenspiel herbei. Es folgen auf einander grün, blau, violett, roth, gelb.

Man unterschied gewöhnlich zweierlei Farbestoffe der Galle, einen braunen und einen grünen, das sogenannte Gallenbraun, Cholepyrrhin, Biliphaein und das Gallengrün oder Biliverdin.

Nach neueren Arbeiten (*Staedeler*) lassen sich eine Reihe wohl charakterisirter Farbestoffe erhalten, wobei freilich es noch dahingestellt bleiben muss, ob sie alle in der unzersetzten Galle vorkommen.

Bilirubin $C_{16} H_{18} N_2 O_3$ (oder $C_9 H_9 NO_2$?)

Ein rother, dem Hämatin und Hämatoidin verwandter (mit letzterem aber nicht identischer Körper, welcher aus seinen Lösungen in Chloroform, Schwefel-

kohlenstoff und Benzol in prächtigen rubinrothen Krystallen erhalten werden kann. Diese (Fig. 36) aus der Schwefelkohlenstofflösung erscheinen als klinorhombische Prismen mit der Basisfläche, woran der vordere Winkel sehr scharf und die Prismenflächen konvex gebogen sind, so dass die Ansicht auf die Basisfläche Ellipsen zeigt. Auf den konvexen Flächen aufliegende Krystalle bieten rhomboidische Gestalten dar [2]). Das Bilirubin ist unlöslich in Wasser und nahezu in Aether, leicht dagegen in Alkalien; ebenso in Chloroform mit rein gelber bis blass orangerother Farbe, sowie in Schwefelkohlenstoff mit goldgelber. Es besitzt ferner die Eigenschaften einer schwachen Säure, zeigt bei Einwirkung einer NO_2 haltenden Salpetersäure den erwähnten Farbenwechsel in ausgezeichneter Weise und ist im Uebrigen der wesentlichste Gallenfarbestoff aus menschlicher Galle und Gallensteinen dargestellt und wohl aus dem Blutroth abzuleiten [3]); ferner im ikterischen Harn [*Schwanda* [4])].



Fig. 36. Krystalle des Bilirubin, aus Schwefelkohlenstoff abgeschieden.

Biliverdin $C_{16}H_{20}N_2O_5$ oder ($C_8H_9NO_2$?).

Ein grüner Farbestoff, unter Umständen krystallinisch zu erhalten, dessen Vorkommen in der frischen Galle dahingestellt sein mag, da er unter Wasseraufnahme in einen der folgenden Farbekörper, das Biliprasin, übergehen dürfte. Die Beziehung zum Bilirubin ergibt sich leicht durch die Formel:

$$\underset{\text{Bilirubin}}{C_{16}H_{18}N_2O_3} + H_2O + O = \underset{\text{Biliverdin.}}{C_{16}H_{20}N_2O_5}$$

Bilifuscin $C_{16}H_{20}N_2O_4$.

Nicht krystallinisch; in natron- oder ammoniakhaltigem Wasser mit tief brauner Farbe löslich, wie es scheint nur von untergeordneter Bedeutung. Von dem Bilirubin ist es nur durch den Mehrgehalt von einem Molekül H_2O unterschieden.

Biliprasin $C_{16}H_{22}N_2O_6$.

Ein amorpher grüner Pigmentkörper; er löst sich in Alkalien mit brauner Farbe gegenüber dem Biliverdin, welches von jenem mit grünem Kolorit aufgenommen wird. Die Formel unseres Farbestoffes entspricht derjenigen des Biliverdin + ein Molekül H_2O. Er kommt in Gallensteinen, ebenfalls im ikterischen Harn vor.

Bilihumin ist von *Staedeler* endlich ein huminartiger, dunkler Körper genannt worden, dessen Reindarstellung noch nicht gelang, so dass die Formel fehlt. Er kann als schliessliches Zersetzungsprodukt aus den sämmtlichen vier Gallenfarbestoffen gewonnen werden (dem Melanin verwandt?).

Anmerkung: 1) Ueber die Gallenfarbestoffe vergl. man die frühere Arbeit von *Heintz* in *Poggendorff*'s Annalen Bd. 84, S. 106 und dann die schöne Untersuchung von *Staedeler* (Annalen Bd. 132, S. 323), sowie noch *Holm* a. a. O., ferner *R. Maly* in d. Wiener Sitzungsberichten Bd. 57, Abth. 2, S. 95 sowie ebendaselbst Bd. 59, Abth. 2, S. 597. — 2) Kleiner und weniger prägnant erscheinen die Krystalle des Bilirubin, welche man aus Chloroform gewinnt. So konnte die letzteren früher *Valentiner* (*Günzburg*'s Zeitschrift 1858, S. 46) unter dem Namen von Cholepyrrhin irrthümlich den Krystallen des Hämatoidin gleich setzen. Dieses hat übrigens niemals konvexe Begrenzungsflächen. — 3) Zu der schon im Texte erwähnten Differenz von Hämatoidin und Bilirubin heben wir noch hervor: Wird eine Bilirubinlösung in Chloroform mit Ammoniak oder Natron geschüttelt, so wird das Bilirubin dem Chloroform vollständig entzogen; das Chloroform erscheint farblos und die alkalische Flüssigkeit gelb. Hämatoidin (beiläufig ohne alle saure Eigenschaften) wird der Chloroformlösung dagegen durch Alkalien nicht entzogen; jene

bleibt also gelb. Man kann demnach in leichter Weise beide Substanzen von einander unterscheiden und trennen. Bilirubin zeigt endlich in weingeistigen Lösungen bei Zusatz von NO_2-haltiger Salpetersäure das schon erwähnte prachtvolle Farbenspiel von grün, blau, violett, roth und gelb; eine gleiche Hämatoidinlösung wird dagegen einfach entfärbt (*Holm*). Auch das Spektrum ist ganz verschieden (*Preyer*). — 4) Wiener med. Wochenschrift 1865, No. 38 und 39.

Wir reihen endlich noch, um uns keiner Lücke schuldig zu machen, die sogenannten Extraktivstoffe hier an. Die Zoochemie versteht darunter Körper, welche theils im Organismus präformirt erscheinen, theils erst Resultate der chemischen Manipulationen sind. Sie geben keinerlei charakteristische Eigenschaften zu erkennen, krystallisiren nicht, verbinden sich nicht in bestimmten Proportionen mit andern Stoffen und verflüchtigen sich endlich nicht bei bestimmten Temperaturgraden. Nach dem so eben Bemerkten kann mit diesen Materien weder in chemischer noch in physiologischer Hinsicht etwas angefangen werden. Desshalb ist unsere chemische Kenntniss derselben eine ganz ungenügende. Auch in physiologischer Beziehung deutet man sie, ohne es streng genommen beweisen zu können, als zersetzte Körper, als intermediäre Produkte des Stoffwechsels. In neuerer Zeit hat man aus diesen Gemengen einzelne Basen und Säuren etc. abgeschieden, von welchen schon früher die Rede war.

K. Cyanverbindungen.

§ 38.

Als Anhang zu den stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukten des Organismus reihen wir hier noch das Cyan CN mit seinen Verbindungen an.

Schwefelcyan (Rhodan) CNS. Dieses ternäre Radikal, dessen Verbindungen ausgezeichnet sind durch die Eigenthümlichkeit, Eisenoxydsalze schön roth zu färben, bildet mit H die sogenannte Schwefelblausäure $\left.\begin{matrix}CN\\H\end{matrix}\right\}S$, welche abweichend von andern Cyanverbindungen im Organismus erzeugt wird und ein viel weniger intensives Gift als die Blausäure darstellt. Sie kommt als Kaliverbindung vor.

Schwefelcyankalium (Rhodankalium) $\left.\begin{matrix}CN\\Ka\end{matrix}\right\}S$ bildet als einzige Cyanverbindung des menschlichen Körpers, allerdings nur in sehr geringer Menge, einen Bestandtheil des Speichels, wo sie *Treviranus* zuerst auffand. Doch kommt sie nicht ausnahmslos in demselben vor.

Die Entstehung dieses Körpers und seine Beziehungen sind uns noch gänzlich unbekannt. Da die physiologische Umsatzreihe sonst Cyanverbindungen nicht auftreten lässt, muss das Schwefelcyankalium von erhöhtem Interesse erscheinen.

L. Mineralbestandtheile.

§ 39.

Die Zahl der im menschlichen Organismus vorkommenden Mineralkörper und anorganischen Verbindungen ist eine nicht unbeträchtliche. Leider aber befindet sich unser Wissen über dieselben zur Zeit noch auf einer viel niedrigeren Stufe, als man es bei der Natur der Substanzen erwarten sollte. Was die Verbindungen anorganischer Körper betrifft, so sind wir, sofern es sich um ihre Präexistenz in den Theilen des Leibes handelt oder die Frage entsteht, wie weit sie erst als Produkte der chemischen Manipulationen betrachtet werden müssen, keineswegs überall mit wünschenswerther Sicherheit aufgeklärt. Noch dunkler ist uns von einem Theile dieser Stoffe die physiologische Beziehung. Ist es auch, um Beispiele vorauszuschicken, keinem Zweifel unterworfen, dass in dem Wasser das Lösungs-, Durchtränkungs- und Aufquellungsmittel der Organe uns vorliegt, dass die phos-

phorsaure Kalkerde das wichtigste Erhärtungsmittel bildet und anderes mehr, so vermögen wir doch von einem ansehnlichen Reste kaum irgendwie sichere Anhaltepunkte der Erklärung zu gewinnen. Ebenso gelingt es nicht, die anorganischen Verbindungen, welche als Zersetzungsprodukte des Organismus zu betrachten sind, von denjenigen, die histogenetische Bedeutung besitzen, überall mit wünschenswerther Sicherheit auseinander zu halten. Manche Mineralstoffe endlich stellen wohl nur zufällige Durchwanderer des Körpers dar, in den sie mit den Nahrungsmitteln eingeschleppt sind.

Es würde uns zu weit führen, hier schon zu zeigen, wie different die Menge der Aschenbestandtheile in den einzelnen Geweben und Organen ausfällt. Interessant sind die Verschiedenheiten jener nach dem Alter. Während in der frühen Fötalzeit die Aschenmengen nur 1% des Körpers ausmachen, erhöhen sie sich später auf 2, um beim erwachsenen Säugethier in der Periode der Reife 3,5 bis 4, ja 7% zu betragen. Im höheren Alter dürfte noch eine weitere Steigerung stattfinden [*Bezold* [1]) und *Schlossberger* [2])].

Als anorganische Stoffe und Verbindungen unseres Körpers aber haben wir besonders folgende festzuhalten:

a) An Gasen: Sauerstoff, Stickgas und Kohlensäuregas [3]).

b) An Säuren: Kohlensäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Chlor- und Fluorwasserstoffsäure, sowie Kieselsäure. Sie kommen mit Ausnahme der in Flüssigkeiten diffundirten Kohlensäure fast niemals frei im Körper vor, sondern beinahe immer vereinigt mit Basen. Nur freie Salzsäure bildet einen Bestandtheil des Magensaftes.

c) An Basen: Kali, Natron, Ammoniak, Kalkerde, Talkerde, Oxyde von Eisen, Mangan (und Kupfer). Sie erscheinen in der Regel als Salze; doch haben wir freies Alkali, namentlich Natron, verbunden mit Proteinkörpern, ebenso Eisen in manchen Thierstoffen, wie dem Hämoglobin, dem Melanin.

Was nun zuerst die eben erwähnten Gase betrifft, so erscheinen sie theils in den lufthaltigen Räumen des Körpers, theils diffundirt oder chemisch gebunden in seinen Flüssigkeiten.

Sauerstoff O.

Im gebundenen Zustande tritt der Sauerstoff in die organischen Substanzen des Thierkörpers ein. Als Element dagegen erscheint er in allen lufthaltigen Räumen des Leibes. Endlich findet er sich in allen Flüssigkeiten des Organismus. Im Blute treffen wir den Sauerstoff, zu einem sehr kleinen Theile gelöst, während der grössere Rest an Blutbestandtheile (wenn auch nur locker) gebunden erscheint. Dass das Oxygen bei seiner grossen Neigung, sich mit andern Körpern zu verbinden, in das chemische und physiologische Getriebe des Organismus auf das Tiefste eingreift, bedarf keiner weiteren Bemerkung.

Stickgas N_2.

Der Stickstoff, bekanntlich gebunden ein Bestandtheil vieler organischer Körper des Leibes, findet sich frei in den mit Luft erfüllten Höhlungen des Körpers: ebenso kommt er, aber in sehr geringer Menge, gelöst in den thierischen Flüssigkeiten vor.

Kohlensäure oder Kohlendioxyd CO_2.

Die Kohlensäure erscheint theils im gebundenen Zustande, namentlich mit anorganischen Basen vereinigt, theils frei, sei es als Gas, sei es gelöst in den Flüssigkeiten des Körpers. Als Gas treffen wir die Kohlensäure in beträchtlicher

Quantität in der ausgeathmeten Luft; ebenso in den luftführenden Hohlräumen. Gelöst ist sie, allerdings in verschiedener Menge, Bestandtheil sämmtlicher thierischer Flüssigkeiten. Reichlich erscheint sie im Blute, und zwar hier zu einem Theile frei, zu einem anderen Theile gebunden[4]). Die Kohlensäure nur zu einem kleinen Theile von aussen in den Organismus eingeführt, ist das wichtigste Endprodukt vieler chemischer Umsatzreihen des Körpers. Sie verlässt diesen massenhaft durch die Lungen, in geringer Quantität durch die Hautausdünstung[5]).

Anmerkung: 1) Würzburger Verhandlungen Bd. 8, S. 251. — 2) Annalen Bd. 103, S. 193. — 3) Ueber die Mineralbestandtheile des Körpers vergl. man *Heintz*, Lehrbuch der Zoochemie, Berlin 1853 und den 3. Band des *Gorup*'schen Werkes. — 4) Wir kommen darauf beim Blute ausführlicher zurück. — 5) Wasserstoffgas, H kommt als Verdauungsprodukt im Dünndarm (weniger dem Dickdarm vor); Schwefelwasserstoffgas H_2S bildet sich nur nach Fleischnahrung im Dickdarm; dagegen kommt Kohlenwasserstoffgas, CH_4 hier beim Menschen stets vor (*Planer*, Wiener Sitzungsberichte Bd. 42, S. 308 und *Ruge* a. d. O. Bd. 44, S. 739).

§ 40.

Wasser H_2O.

Keine anorganische Verbindung ist für das Bestehen des Organismus von so unentbehrlicher Wichtigkeit, keine kommt so massenhaft durch seine Theile vor als das Wasser; ohne es ist kein Leben möglich. Sehen wir ab von dem als Hydrat- und Krystallwasser vorkommenden, so dient das Wasser dem Organismus einmal durch sein Lösungsvermögen für eine Menge seiner Körperbestandtheile. Durch dieses wird es ferner ermöglicht, dass ein Stoffwechsel vorkommt. In Wasser gelöst gelangen die Nahrungsmaterialien in das Blut und die Gewebe; durch dasselbe aufgenommen gehen die unbrauchbar gewordenen Bestandtheile aus dem Körper davon. Seines Absorptionsvermögens für Gase haben wir schon im vorigen § gedacht.

Der Wassergehalt des Körpers ist im Allgemeinen ein sehr bedeutender; für die höheren Thiere im Zustande der Reife etwa im Mittel um 70% betragender, während er bei Embryonen noch viel höher ausfällt, 87 bis 90% und mehr erreicht. Beim Neugebornen und dem jungen Geschöpfe sinkt er demnach allmählich herunter, während der Gehalt an festen organischen Stoffen wie an Mineralbestandtheilen eine fortgehende Steigerung erfährt (*Schlossberger*, *Bezold*). Dass der Wassergehalt der einzelnen Körpertheile wiederum ausserordentlich schwankt[1]), versteht sich von selbst und wird später bei diesen zu genauerer Besprechung gebracht werden müssen. Vorläufig möge hier noch die Bemerkung ihren Platz finden, dass wie das Wasser auf der einen Seite als Auflösungsmittel zahlreicher anorganischer und organischer Substanzen das chemische Geschehen des Körpers erst ermöglicht, so es auf der andern Seite als Imbibitionsstoff den Geweben ihr physikalisches und anatomisches Gepräge ertheilt. Die Wassermenge, welche in den weichen und halbfesten Theilen unseres Körpers enthalten ist, erscheint unverhältnissmässig gross; aber auch selbst noch in den festesten Gebilden wie den Knochen ist die Wassermenge eine nicht unansehnliche.

Sehen wir ab von dem Wasser, welches durch die Oxydationsprozesse des Körpers aus dem H organischer Substanzen innerhalb jenes erzeugt wird, so stammt das Wasser von Aussen, indem wir es mit Nahrung und Getränk aufnehmen.

Salzsäure Cl H.

Sie ist frei nur im Magensafte vorhanden.

Kieselsäure Si O_2.

Sehr geringe Mengen der Kieselsäure entweder frei oder in ihren Salzen hat man angetroffen im Blute des Menschen [*Millon* [2]], dem Speichel, dem Harn, der Galle, den Exkrementen; ebenso in Gallen- und Harnsteinen, sowie in den Knochen und Zähnen. Noch am reichsten an ihr aber unter allen Theilen des menschlichen Organismus sind die Haare, wie *Gorup-Besanez* [3]) fand.

Die Kieselsäure gelangt mit den Nahrungsmitteln und dem Trinkwasser in den Organismus und verlässt diesen zum Theil unmittelbar durch den Darmkanal, während ein anderer Rest in das Blut resorbirt wird, um später in den Drüsensekreten aufzutreten.

Eine physiologische oder anatomische Bedeutung der Kieselerde für den menschlichen Körper kennen wir nicht.

Anmerkung: 1) Einstweilen mögen hier einige Angaben genügen. So enthalten an Wasserprozenten der Zahnschmelz 0,2, das Zahnbein 10, Knochen 13, elastisches Gewebe 49,6, Knorpel 55, Gehirn 75,5, Leber 76, Muskeln 77, Nerven 78, Blut 79, Bindegewebe 79,6, Nieren 83, Chylus 93, Lymphe 98, Glaskörper 98,7 und cerebrospinale Flüssigkeit 98,8. — 2) *Journ. de Phys. et de Chim. 3ème Série. Tome* 13, *p.* 86. — 3) Annalen Bd. 66, S. 321.

§ 41.

Kalkverbindungen.

Die Kalkerde CaO, welche neben dem Natron die wichtigste anorganische Base des Körpers darstellt, kommt in mehrerlei Verbindungen vor.

Phosphorsaurer Kalk.

Bekanntlich kommt Phosphorsäure in verschiedenen Modifikationen vor, von welchen aber nur die gewöhnliche oder dreibasische Phosphorsäure im Organismus auftritt. Ihre Verbindungen mit Kalk sind die nachfolgenden: a) sogenannter saurer phosphorsaurer Kalk $CaH_4P_2O_8$, b) sogenannter neutraler $CaHPO_4$ und c) basisch phosphorsaurer Kalk $Ca_3P_2O_8$.

Basisch $Ca_3P_2O_8$ und neutraler $CaHPO_4$ phosphs. Kalk.

Ersterer in Wasser fast unlöslich, wohl aber etwas lösbar in solchem, welches Kohlensäure oder organische Säuren enthält, ebenso in den Solutionen der Ammoniaksalze, des Kochsalzes und des thierischen Leimes. Er bildet, wie man erfahren hat, das in den Knochen und Zähnen vorkommende Salz und dürfte wohl noch in weiterer Verbreitung durch den Thierkörper erscheinen, während im menschlichen Harn das saure Salz enthalten ist.

Phosphorsaure Kalkerde, im Allgemeinen aus den Nahrungsmitteln stammend, tritt allerdings in sehr verschiedenen Mengen in allen festen und flüssigen Theilen des Organismus auf. Da wo sie in diesem massenhaft vorkommt, bildet sie den wichtigsten Erhärtungsstoff des Thierleibes. Ihre Ausscheidungen bleiben dabei fast immer amorph.

So hat man phosphorsaure Kalkerde im Blute, Harn, Magensaft, Speichel, im Sperma, der Milch nachgewiesen; ebenso in den die Organe durchtränkenden Flüssigkeiten. Dann ist, wie schon früher erwähnt wurde, der phosphorsaure Kalk ein steter Begleiter der histogenetischen Stoffe und erscheint mit denselben in den Geweben und Flüssigkeiten unseres Körpers. In grosser Menge kommt er hier in den Knochen vor, den Hauptbestandtheil des Erhärtungsmateriales dieser Theile, der sogenannten Knochenerde, ausmachend. In noch grösserer Menge tritt unsere Kalkverbindung in dem Schmelz der Zähne auf, der härtesten Substanz des Thierkörpers [1]).

Die phosphorsaure Kalkerde muss als unentbehrliche Begleiterin der Körpergewebe angesehen werden, so dass wir ihr histogenetische Bedeutung zuzuschreiben haben.

Kohlensaurer Kalk $CaCO_3$.

Als Erhärtungsmittel erscheint gleich dem vorhergehenden Kalksalze diese Verbindung amorph in den Knochen und Zähnen, doch nur in untergeordner Menge. Daneben treffen wir sie in einigen thierischen Flüssigkeiten, wie dem Speichel und dem alkalischen Harne. Krystallinisch zeigt sich der kohlensaure Kalk im innern Gehörorgan beim Menschen, die sogenannten Gehörsteine oder Otolithen bildend. Häufiger kommt er im Körper niederer Wirbelthiere vor; so z. B. bei Fröschen auf den Hüllen des Gehirns und Rückenmarks, auf der vorderen Seite der Wirbelsäule an der Austrittsstelle der Spinalnerven.


Fig. 37. Otolithen bestehend aus kohlensaurem Kalk.

Die Otolithen (Fig 37) stellen kleine Krystalle dar von kurzer dicker Säulchenform und zwar in der Kombination eines Rhomboëder der Grundform mit dem hexagonalen Prisma; doch mitunter auch als reine Rhomboëder oder Skalenoëder.

Was den kohlensauren Kalk in den Flüssigkeiten des Körpers gelöst erhält, ist noch nicht sicher dargethan. Am nächsten muss wohl der Gedanke an die in jene diffundirte Kohlensäure als ein Lösungsmittel unseres Salzes liegen. Eine andere physiologische Bedeutung desselben als die eines Erhärtungsmittels zweiten Ranges für den Leib der höheren Thiere kennen wir zur Zeit nicht.

Der kohlensaure Kalk wird theils als solcher von aussen aufgenommen, theils durch die Entstehung der Kohlensäure als eines Zersetzungsproduktes (s. oben) erst im Organismus gebildet.

Chlorcalcium $Ca\,Cl_2$.

Es ist von ganz untergeordneter Bedeutung und zur Zeit nur im Magensafte angetroffen worden [*Braconnot*[2])].

Fluorcalcium $Ca\,Fl_2$.

Das Fluorcalcium erscheint im Zahnschmelze, ebenso in geringer Menge in den Knochen. In Spuren vielleicht im Blute, der Milch und dem Harn, ebenso in dem Speichel, der Galle, sowie den Haaren [*Nikles*[3])]. Es wird als solches von aussen aufgenommen.

Anmerkung: 1) Der prozentische Gehalt an phosphorsaurer Kalkerde beträgt: Zahnschmelz 89,8, Zahnbein 66,7, Femur 58,2, Knorpel 4,1, Sperma 3,0, Milch 0,3 und Blut 0,08. — 2) *Ann. de Chim. et de Phys. Tome* 19, *p.* 348. — 3) *Comptes rendus Tome* 58, *p.* 885.

§ 42.

Magnesiaverbindungen.

Es erscheint die Talkerde unter ähnlichen Verhältnissen mit Phosphorsäure verbunden wie der im vorigen § erwähnte Kalk. Die Menge unserer Base ist aber fast überall eine geringere als die Quantität der Kalkerde.

Phosphorsaure Magnesia $Mg_3P_2O_8 + 5H_2O$ oder $MgHPO_4 + 7H_2O$.

Wir vermögen noch nicht anzugeben, welches dieser beiden Magnesiasalze im Thierkörper vorkommt. — Gleich dem phosphorsauren Kalk trifft man die entsprechende Talkerdeverbindung in allen Flüssigkeiten, sowie in den festen Theilen des Leibes an. Ebenso bildet sie einen, aber sehr untergeordneten Erhärtungsbestandtheil der Knochen und Zähne. Interessant ist das Ueberwiegen der phosphorsauren Magnesia über die entsprechende Kalkverbindung im Muskel (*Liebig*) und in der Thymusdrüse. Sie stammt als solche von aussen und wird bei pflanzlicher Nahrung dem Körper im Ueberschuss dargeboten, so dass der grössere Theil unaufgesogen den Darmkanal durchwandert.

Phosphorsaure Ammoniakmagnesia $MgNH_4PO_4 + 6H_2O$.

Bei fäulnissartiger Zersetzung, überhaupt bei jeder Erzeugung von Ammoniak im Organismus, verbindet sich dieses mit der phosphorsauren Talkerde zu einem krystallinischen Körper, der sogenannten phosphorsauren Ammoniakmagnesia. Diese (Fig. 38) zeigt uns eine rhombische Grundform und erscheint am gewöhnlichsten als dreiseitiges Prisma mit Abstumpfung der beiden einer Seitenkante entsprechenden Ecken, in der sogenannten Sargdeckelform. Weitere Aenderungen kommen in diese Krystallisationen hinein durch die Abstutzung zweier polar entgegenstehender Ecken, endlich noch durch die der beiden (letzten) noch übrigen Ecken.


Fig. 38. Krystalle der phosphorsauren Ammoniakmagnesia.

Die Krystalle der phosphorsauren Ammoniakmagnesia erscheinen im Kothe, dem alkalischen Harn und in allen faulenden thierischen Theilen.

Kohlensaure Magnesia.

Sie besitzt für das thierische Leben nur eine sehr untergeordnete Bedeutung und kommt vor im Harn der Pflanzenfresser, hier wohl als doppelt kohlensaures Salz $\left.\begin{matrix}2CO\\MgH_2\end{matrix}\right\}O_4$, sowie vielleicht in den Knochen. Es ist nämlich sehr schwer zu entscheiden, ob in den letzteren Theilen das kohlensaure oder phosphorsaure Salz enthalten ist.

Chlormagnesium $MgCl_2$.

Es soll im Magensafte erscheinen.

§ 43.

Natronverbindungen.

Während nach dem § 41 Angeführten die Kalkverbindungen zum Theil die Natur der Erhärtungsmaterialien des Thierleibes besitzen, geht eine solche Bedeutung nach allem, was wir wissen, den Natronsalzen völlig ab. Sie scheinen dagegen chemisch in das Geschehen des Körpers einzugreifen, ohne dass wir jedoch darüber gegenwärtig einen irgendwie genügenden Aufschluss besässen. — Dass Natron selbst mit den Proteinkörpern des Organismus vereinigt ist und diese hierdurch in Lösung gehalten werden, haben wir S. 15 und 17 angeführt, ebenso dass unsere Base mit den beiden gepaarten Gallensäuren verbunden den Hauptbestandtheil in dieser wichtigen Absonderung ausmacht (S. 40 und 41).

Chlornatrium, Kochsalz $NaCl$.

Dieses im Wasser leicht lösliche Salz, welches im Körper mit Ausnahme von dessen Oberfläche niemals Gelegenheit zu krystallinischer Abscheidung findet, er-

scheint (Fig. 39) in Würfeln, oft mit treppenartig vertieften Flächen, bisweilen in quadratischen Prismen. Es nimmt aber bei Gegenwart von Harnstoff die Form des Oktaëder und nach *C. Schmidt* auch die des Tetraëder an.

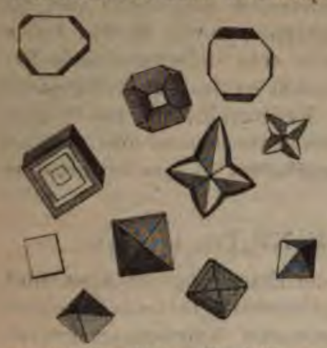


Fig. 39. Verschiedene Krystallformen des Kochsalzes, meistens aus thierischen Flüssigkeiten.

Kochsalz kommt in allen festen Theilen des Leibes und in allen thierischen Flüssigkeiten vor. Die Menge unseres Salzes in den einzelnen Säften ist eine wechselnde, selten aber $0{,}5\,^0/_0$ überschreitende. Am ärmsten an Chlornatrium unter allen ist die den Muskel durchtränkende Flüssigkeit. Ebenso sehen wir auf der andern Seite, dass die Thiersäfte, auch bei starker Zufuhr unseres Salzes, eine ziemlich konstante Menge desselben bewahren, so dass die Ueberschüsse baldig durch den Harn den Körper verlassen. Nicht minder different an Chlornatrium erscheinen die festen Theile des Organismus; ungewöhnlich arm an ihm sind die Blutzellen, reich die Knorpel. Höchst interessant für die Bedeutung unseres Stoffes erscheint der aus den Untersuchungen von *Bidder* und *Schmidt*[1]) hervorgegangene Umstand, dass verhungernde Thiere bald gar kein Kochsalz mehr durch den Urin aus dem Körper ausführen, so dass die Gewebe und Säfte eine gewisse Menge desselben als unentbehrlichen Bestandtheil auf das Hartnäckigste zurückhalten. Ebenso besitzt die Pathologie Erfahrungen, wo bei massenhaften Zellenbildungen exsudirter Massen die Kochsalzausfuhr durch den Harn fast völlig zessirt, indem ein ungewöhnlicher Bedarf des Chlornatrium für den plastischen Prozess jetzt erfordert wird (*Heller*, *Redtenbacher*). Endlich kann hier an die Erfahrungen, welche man bei Haussäugethieren gemacht hat, erinnert werden, bei denen eine reichlichere Kochsalzfütterung die ganze Ernährung begünstigt (*Boussingault*).

Schon das so eben Erwähnte muss uns dahin leiten, dem Kochsalz die Natur eines Nahrungsmittels und eines histogenetischen, für die thierischen Gewebe und Säfte unentbehrlichen Körpers zuzuschreiben[2]). Wenn es sich nun um seine Bedeutung im Einzelnen handelt, so liegt darüber zur Zeit wenig thatsächliches vor.

Kohlensaures Natron Na_2CO_3 und $NaHCO_3$.

Kohlensaures Natron (einfach und doppelt kohlensaures) erscheint sehr häufig beim Einäschern thierischer Stoffe, ohne dass wir in ihm etwas anderes als ein Verbrennungsprodukt sehen dürften.

Es bildet dagegen einen Bestandtheil mehrerer alkalischer Flüssigkeiten, so des Blutes, der Lymphe und des Harns der Pflanzenfresser. Im Blute ist es Träger von Kohlensäure; sonst noch ein Lösungsmittel verschiedener Proteinkörper.

Phosphorsaures Natron Na_2HPO_4 und NaH_2PO_4.

Gleich dem später zu besprechenden Kalisalze geht die gewöhnliche Phosphorsäure mit Natron dreierlei Verbindungen ein, das basische phosphorsaure Natron Na_3PO_4, das neutrale mit 2 Atom Base Na_2HPO_4 und das saure Salz mit einem Atom Base NaH_2PO_4. Die erstere Verbindung dürfte nicht wohl im Organismus vorkommen, so dass es sich nur um die beiden letzteren hier handelt. Von diesen ist jedenfalls das neutrale Salz das verbreitetere.

Phosphorsaures Natron erscheint in sehr weiter Verbreitung durch den Körper. Man hat es angetroffen im Blute, der Milch, der Galle, dem Harn; in den Geweben. Es ist vielleicht Träger respiratorischer Kohlensäure, dürfte manche Stoffe in Lösung halten, so Kasein, Harnsäure, und ebenso eine allerdings noch nicht aufgeklärte Rolle bei der Gewebebildung spielen.

Schwefelsaures Natron Na_2SO_4.

Gleich schwefelsauren Alkalien überhaupt kommt dieses Natronsalz in thierischen Flüssigkeiten vor, namentlich im Harn; ebenso erscheint es im Kothe. Es fehlt dagegen wichtigen Sekreten, wie dem Magensafte, der Galle und der Milch gänzlich. Wir können ihm gleich den anderen schwefelsauren Salzen des Körpers keinerlei histogenetische Bedeutung zuschreiben, vielmehr nur die Natur eines Zersetzungsproduktes, indem der Schwefel der Proteinkörper und ihrer Verwandten zu Schwefelsäure oxydirt und die Kohlensäure des Natronsalzes austreibt.

Mit dem eben Angeführten ist einmal in Uebereinstimmung die Beobachtung, dass schwefelsaure Salze von aussen eingeführt den Körper bald verlassen; ebenso die Erfahrung andererseits, dass ihre Menge im Urin in Folge von Fleischdiät steigt (*Lehmann*); sowie der schon früher bei dem Taurin (s. oben S. 51) erwähnte Umstand, dass der Schwefel dieses Stoffes durch Fermentwirkung als schweflige Säure frei wird, welche später zu Schwefelsäure oxydirt (*Buchner*).

Anmerkung: 1) *Bidder* und *Schmidt*, Verdauungssäfte etc. — 2) Von dem prozentischen Gehalte verschiedener Gewebe und Flüssigkeiten an Kochsalz mögen folgende Notizen Vorstellung geben: Blut 0,42, Chylus 0,53, Lymphe 0,41, Milch 0,09, Speichel 0,15, Magensaft 0,13, Galle 0,36, Harn 0,33.

§ 44.

Kaliverbindungen.

Ihre Bedeutung ist im menschlichen Körper eine untergeordnete, was mit der Art der Nahrung zusammenhängen dürfte. Aber auch bei Pflanzenfressern bewahrt das Blutserum den Ueberschuss an Natronsalzen; ebenso erhält sich Natron als Base der Galle. Doch sehen wir in einzelnen Theilen des Organismus die Kaliverbindungen merkwürdigerweise über diejenigen des Natron beträchtlich vorwiegen.

Chlorkalium KCl.

Es findet sich in geringer Menge neben Kochsalz in den thierischen Flüssigkeiten, beim Menschen spärlicher als bei Pflanzenfressern. Dagegen überwiegt es in der Blutzelle (*C. Schmidt*); ebenso ersetzt es jenes Salz in der Muskelflüssigkeit [*Liebig* [1])].

Kohlensaures Kali K_2CO_3.

Es kommt wahrscheinlich in geringerer Menge mit kohlensaurem Natron in einigen thierischen Flüssigkeiten vor; im Harn der Pflanzenfresser wahrscheinlich als Bikarbonat $KHCO_3$.

Phosphorsaures Kali KH_2PO_4 oder K_2HPO_4.

Es steht dahin, welche Verbindung der gewöhnlichen Phosphorsäure mit Kali im Körper auftritt, ob das saure, welches ein Atom Base und 2 Moleküle Wasser enthält oder das sogenannte neutrale, wo 2 Atom Base auf ein Molekül Wasser kommen; in der Fleischflüssigkeit (*Liebig*).

Schwefelsaures Kali K_2SO_4.

Es erscheint wohl neben dem entsprechenden Natronsalz unter ähnlichen Umständen im Körper.

Ammoniaksalze.

Das physiologische Geschehen des Organismus führt verhältnissmässig geringe Ammoniakbildung mit sich, so dass es in dieser Hinsicht mit der fäulnissartigen

Zersetzung einen Gegensatz bildet. Die Ammoniumverbindungen des Körpers können verschiedene sein, obgleich wir zur Zeit nicht im Stande sind, sie näher zu bestimmen.

Chlorammonium NH_4Cl.

Es steht dahin, wie weit es oder das kohlensaure Salz im Organismus vertreten ist.

Kohlensaures Ammoniumoxyd.

In der ausgeathmeten Luft, im zersetzten Harn, dem Blute, den Lymphknoten und Blutgefässdrüsen. Die hier in Betracht kommenden Verbindungen sind das anderthalbfache kohlensaure Ammoniumoxyd $\left.\begin{matrix}2\,CO\\(NH_4)_3H\end{matrix}\right\}O\,4$ und das doppelt kohlensaure Salz $NH_4 . HCO_3$.

Eisen Fe **und Eisensalze.**

Dieses Metall erscheint in weitester Ausdehnung durch den Organismus und wohl in allen Theilen desselben; ebenso kommt es in verschiedenen Verbindungen vor. Der weit verbreitete Körper wird uns durch die Nahrungsmittel in überschüssiger Menge zugeführt.

In einer nicht näher bekannten Weise tritt Eisen in die Zusammensetzung des wichtigsten thierischen Farbestoffes, des Hämoglobin (S. 19), ein; ebenso sind der Harnfarbestoff und das Melanin eisenhaltig (S. 54).

Eisenchlorür $FeCl_2$

soll im Magensafte enthalten sein; bei Hunden [*Braconnot*[2])].

Phosphorsaures Eisenoxyd $Fe_2P_2O_8$

wird vielfach als Eisensalz des lebenden Körpers, aber doch wohl nicht mit genügender Sicherheit, angenommen.

Wir halten hinsichtlich des Vorkommens fest, dass alle blutführenden Theile des Körpers Eisen enthalten müssen; ebenso hat man es in Chylus und Lymphe, im Harn, Schweiss, der Galle, der Milch, endlich in den Haaren, Knorpeln und anderen festen Geweben getroffen.

Mangan Mn.

Als Begleiter des Eisens gelangt dieses Metall in den Organismus und findet sich hier in sehr geringer Menge, ohne dass wir ihm wohl eine andere Bedeutung als die eines zufälligen Bestandtheils vindiziren dürfen; in den Haaren, in Gallen- und Blasensteinen.

Kupfer Cu.

Das Kupfer ist im Blute, in der Galle und den Gallensteinen des Menschen gefunden worden. Zu seiner Ausfuhr dient die Leber[3]).

Anmerkung: 1) Man vergl. hierzu *C. Schmidt*, Charakteristik der epidemischen Cholera. Leipzig und Mitau 1850, S. 30 und *Liebig* in den Annalen Bd. 62, S. 257. — 2) *Erdmann's* Journal Bd. 7, S. 197. — 3) S. die Untersuchungen von *Langenbeck* und *Staedeler* in den Mittheilungen der naturf. Ges. in Zürich. Bd. 4, S. 108. *Ulex* in *Erdmann's* Journ. Bd. 95, S. 367; *W. Blasius* in *Henle's* und *Pfeufer's* Zeitschr. 3 R. Bd. 26, S. 250 (mit umfangreicher Literatur); *H. Lossen* in *Erdmann's* Journ. Bd. 96, S. 460. Interessant ist das Vorkommen im Blute wirbelloser Thiere (vergl. *E. Harless* in *Müller's* Archiv 1847, S. 148).

2. Formbestandtheile.

A. Die Zelle.

§. 45.

Die Anatomen der neueren Zeit, welche mit Hülfe unseres so sehr verbesserten Mikroskops den feineren Bau des thierischen und menschlichen Körpers zu ergründen strebten, sind bei aller Verschiedenartigkeit ihrer sonstigen wissenschaftlichen Anschauungen zu dem Resultate gelangt, dass das wichtigste Formelement des Organismus die sogenannte Zelle, *Cellula*, sei. War auch schon bei manchen Beobachtern früherer Epochen unser Gebilde unter dem Namen eines Bläschens in seiner Bedeutung geahnt worden, so bleibt es ein unvergängliches Verdienst von *Schwann* — nach dem Vorgange *Schleiden*'s für den Pflanzenkörper —, die Zelle als Ausgangspunkt des Thierleibes in voller Bedeutung zuerst erfasst zu haben (s. oben S. 4). Es ist die grösste Entdeckung, welche uns das Mikroskop machen liess.

Das gegenwärtige Wissen drängt die Forscher mehr und mehr zur Bestätigung des *Schwann*'schen Satzes, dass die Zelle einzig und allein als ursprüngliches Formelement unseres Leibes betrachtet werden müsse und dass alle übrigen Elementartheile, wie sie der reife Körper aufzuweisen habe, in letzter Instanz von der Zelle abzuleiten seien.

Es wird demnach vor allen Dingen sich darum handeln, die Begriffe von Formbestandtheil und Zelle zu entwickeln.

Unter Formbestandtheilen, Formelementen, Elementartheilen oder Elementargebilden verstehen wir nun keineswegs, wie man durch den Namen verleitet werden könnte, anzunehmen, die kleinsten, mit dem Mikroskop eben noch zu erkennenden körperlichen Theilchen, wie sie uns in der Gestalt von Körnchen, Bläschen, Krystallen entgegentreten. Formbestandtheil ist vielmehr für uns die letzte — oder, wenn man die entgegengesetzte Auffassung vorziehen will, die erste — anatomische Einheit, die Verbindung kleinster Theilchen zu dem kleinsten organischen Apparate. Formbestandtheile sind die ersten Repräsentanten des organischen Geschehens: sie stellen mithin wie anatomische so auch physiologische Einheiten, lebendige Dinge dar.

Was nun aber ist die Zelle? Diese Frage lässt sich nicht mit wenigen Worten, sondern nur durch eine längere Umschreibung beantworten.

Zelle (Fig. 40) ist ein mikroskopisch kleiner, ursprünglich kugliger, vielfach aber zu anderen Gestalten übergeführter Körper, bestehend aus einer weichen Masse, welche ein besonderes Inhaltsgebilde umschliesst. Diese Theile erfordern besondere Namen. Die erwähnte weiche Masse heisst die Zellensubstanz oder der

Fig. 40. Zwei Zellen von kugliger und ovaler Form. Bei *aa* die Zellenbegrenzung, bei *bb* der Zellenkörper, bei *cc* die Kerne mit den Kernkörperchen *dd*.

Zellenkörper (*bb*). Das in ihr befindliche zentrale Gebilde ist mit der Benennung des Kerns, *Nucleus* (*cc*) versehen worden. Ein in letzteren befindliches kleines punktförmiges Körperchen hat die Benennung von Kernkörperchen, Kernchen, *Nucleolus* (*dd*) empfangen.

Die Abgrenzung der Zelle nach aussen (*aa*) ist in einzelnen Fällen durch dieselbe weiche Masse gebildet oder, was gewiss häufiger vorkommt, durch eine mehr erhärtete Lage, die Hüllen- oder Rindenschicht oder endlich durch ein vom Zellenkörper abtrennbares festeres und selbstständiges Häutchen, die Zellenmembran.

Gerade in letzter Beziehung haben die Ansichten über die thierische Zelle durch die Erwerbungen späterer Jahre einen beträchtlichen Wechsel erfahren. Während man früher zum Begriff der Zelle die Anwesenheit einer besonderen Membran für erforderlich hielt [*Schwann*[1])], hat man hinterher das häufige Fehlen dieser Haut und ihre relativ geringe physiologische Bedeutung erkannt [*Schultze*[2]), *Brücke*[3]) u. A.].

Indem uns so die anatomischen Merkmale zur Umgrenzung des Zellenbegriffs die ersten und wichtigsten Anhaltepunkte darbieten müssen, können die physiologischen Eigenschaften hierbei nicht übergangen werden. Sie zeigen uns die Zelle als ein mit besonderen Energien begabtes, mit den Eigenthümlichkeiten des Lebendigen ausgestattetes Gebilde, mit dem Vermögen der Stoffaufnahme, der Stoffumwandlung und -abgabe, mit der Fähigkeit des Wachsthums, der Gestaltveränderung und Verwachsung oder Verschmelzung mit seines Gleichen. Die Zelle besitzt ferner unläugbar, — mag man auch über die Ausdehnung dieser Vermögen im Einzelnen verschiedener Meinung sein — die Fähigkeit vitaler Bewegung sowie der Vermehrung, der Erzeugung einer Nachkommenschaft. Die Zelle — wir wiederholen es — ist die erste physiologische Einheit, der erste physiologische Apparat, ist ein Elementarorganismus[4]) wie man sie genannt hat.

Es sind höchst wichtige beziehungsreiche Erwerbungen der neueren Wissenschaft, dass einmal die Masse, aus welcher die Körper aller höheren Thiere hervorgehen, das Ei nämlich, die Bedeutung einer Zelle besitzt, so dass hiernach der Anfang eines jeden solcher Thierleiber, auch des höchsten und zusammengesetztesten, einmal aus einer einzigen Zelle bestanden hat. Während in solcher Weise die Zelle der Ausgangspunkt des thierischen Lebens genannt werden muss, hat uns die Naturforschung thierische Geschöpfe kennen gelehrt von so einfacher Organisation, dass ihr ganzer Körper nichts anderes als eine selbstständig gewordene Zelle darstellt und dass mithin ihre ganze Existenz in dem engen Rahmen der Zellenthätigkeit ablaufen muss. Es gehören hierher namentlich die sogenannten Gregarinen. — Endlich haben uns auch die Botaniker gleichfalls mit einzelligen Pflanzen, wie die Anatomen mit einzelligen Thieren, bekannt gemacht. Hinterher haben wir noch einfachere Organismen kennen gelernt[5]).

Anmerkung: 1) Vergl. das schon früher zitirte Werk des Verfassers: Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. — 2) *M. Schultze* in *Reichert's* und *Du Bois-Reymond's* Archiv 1861, S. 1 und dessen Schrift: Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen; ein Beitrag zur Theorie der Zelle. Leipzig 1863. — 3) *Brücke* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 44, S. 381. — Man vergleiche auch noch *L. Beale*: Die Struktur der einfachen Gewebe des menschlichen Körpers. Uebersetzung von *Carus*. Leipzig 1862, sowie dessen neuen Aufsatz im Quart. Journal of Microscop. Science 1870, p. 209. — 4) *Brücke* a. a. O. Man s. noch die Bearbeitung der Zellenlehre von *S. Stricker* in dem von ihm redigirten Handbuch der Lehre von den Geweben. Leipzig 1868, S. 1. — 5) Ist aber die Zelle der einfachste »Elementarorganismus«, d. h. das einfachste Gebilde, welches den Anforderungen des niedrigsten Lebens zu genügen vermag? Wir dürfen mit Nein antworten. Ein ausgezeichneter Forscher, *E. Häckel* (Generelle Morphologie Band 1, S. 269, Berlin 1866, und biologische Studien, Heft 1, S. 77, Leipzig 1870) zeigte, dass ein Protoplasmaklümpchen, eine »Cytode«, wie er es nennt, hierzu ausreicht. Erst hinterher, nach

Erzeugung eines Kernes, wird das Ding zu einer »Zelle«. Immerhin ist es aber eine bedeutungsvolle, schwer wiegende Thatsache, dass die Bausteine des Körpers höherer Geschöpfe, die beschränkten unselbstständigen Elementarorganismen, niemals »Cytoden«, sondern immer »Zellen« herstellen.

§ 46.

Wenden wir uns jetzt zu einer genaueren Analyse der Zelle, so müssen wir festhalten, dass dieselbe, wenn sie auch in der ersten Zeit ihres Lebens (sei es bei ganz jungen Embryonen oder als nachgebildete Zelle späterer Perioden) uns eine gewisse Gleichartigkeit darbietet, doch im Laufe der weiteren Entwicklung, als reifes und alterndes Gebilde die manchfachsten Formen anzunehmen, ebenso eine ganz verschiedene Körpermasse zu gewinnen vermag, so dass sie nicht selten zu einem Ansehen gelangt, welches sich von dem im vorigen § vorgeführten Schema unseres Bildes sehr weit, ja bis zur Unkenntlichkeit entfernen kann.

1) Achten wir zuerst auf die Grösse der Zellen, so bleiben letztere im Körper des Menschen, sowie fast überall bei Thieren, innerhalb mikroskopischen Ausmaasses. Die kleinsten Zellen, wie sie uns z. B. in den Blutkörperchen vorliegen, zeigen einen Durchmesser von nur 0,006—0,007^{mm} (Millimeter), während das grösste typische Zellengebilde unseres Leibes, das Ei über 0,23^{mm} zu erreichen vermag. Zwischen diesen Extremen steht nun die grosse Mehrzahl der Zellen mit Durchmessern von 0,011—0,023^{mm}. Zellen von 0,07—0,115^{mm}, wie sie z. B. im Fett- und Nervengewebe vorkommen können, müssen schon sehr gross genannt werden. Wir sehen also, dass das wichtigste Formelement unseres Körpers im Allgemeinen in einer recht bedeutenden Kleinheit uns entgegentritt.

2) Gehen wir jetzt zu der Gestalt der Zelle über, so stossen wir gleichfalls auf höchst bedeutende Schwankungen. Die Grundform der Zelle (Fig 40) ist diejenige einer Kugel oder eines der Kugelgestalt nahe kommenden Körpers.

Von dieser Grundgestalt der Zelle gelangen wir durch Kompression und Abflachung nach entgegengesetzten Dimensionen zu zwei anderen leicht abzuleitenden Formen, der abgeflachten und der hohen schmalen Zelle.

Die abgeflachten Zellen, aus einer Abplattung der kugligen Grundform entstehend, treten einmal als Scheiben auf (Fig. 41), wie wir sie an den farbigen Zellen des menschlichen und Säugethierbluts finden; oder sie werden bei einer noch weiter vorgeschrittenen Flächenentwicklung zu platten- und schüppchenartigen Gebilden (Fig. 42), wie wir sie z. B. als Epithelien mancher Körper-



Fig. 41. Scheibenförmige Zellen des Blutes vom Menschen *aaa*. Bei *b* halb von der Seite, bei *c* gänzliche Seitenansicht. Daneben bei *d* eine kuglige farblose Zelle.



Fig. 42. Ganz flache schüppchenartige Epithelialzellen aus der Mundhöhle des Menschen.

theile antreffen. Dass die abgeflachten Zellen allmählich ohne scharfe Grenze aus der kugligen Zellenform hervorgehen, versteht sich von selbst und bedarf eigentlich keiner Erwähnung.

Erfahren unsere Gebilde dagegen eine seitliche Kompression, so erhalten wir in einem bald mehr zylindrischen, bald mehr kegelförmigen Ansehen die hohe, schmale Zelle (Fig. 43). Dass sie in sehr verschiedenen Modifikationen wiederum aufzutreten vermag, werden wir später bei

Fig. 43. Schmale Zellen, wie sie das sogenannte Zylinderepithelium bilden.

der Betrachtung der einzelnen Gewebe erfahren. Als eine Modifikation können wir die spindelförmige, d. h. schmale, an beiden Enden zugespitzte Zelle ansehen (Fig. 44).

Während die spindelförmige Zelle uns zwei nach entgegengesetzten Enden verlaufende Ausläufer erkennen lässt, können solche Fortsätze an thierischen Zellen in Mehrzahl vorkommen und sich abermals verzweigen. Wir erhalten so die sternförmige Zelle (Fig. 45), eine der sonderbarsten Gestalten, in welchen unser Gebilde aufzutreten vermag.



Fig. 44. Spindelförmige Zellen aus unreifem Bindegewebe.

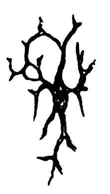


Fig. 45. Sternförmige Zelle aus einer Lymphdrüse.

3) Bei weitem wichtiger als Form und Grösse ist die Substanz des Zellenkörpers. Diese bietet nun die grössten Verschiedenheiten dar.

Wenden wir uns zunächst zu jugendlichen Zellen (Fig. 46), so erkennen wir, wie dieselben durch eine mehr oder weniger weiche, meist zähflüssige und schleimige Masse hergestellt werden, die in einem glashellen Bindemittel eine sehr wechselnde Menge von Eiweiss- und Fettkörnchen umschliesst (*a—g*). Man bezeichnet diese ursprüngliche Zellensubstanz mit einem der Botanik entlehnten Namen heutigen Tages als Protoplasma (*Remak*, *Schultze*), Bioplasma (*Beale*), Cytoplasma (*Kölliker*), Sarcode (*Dujardin*). Wir haben schon früher (§ 12) der chemischen Eigenthümlichkeiten dieses Protoplasma gedacht und werden später seine vitalen Eigenschaften näher zu erörtern haben. Hier genüge die Bemerkung, dass dasselbe aus einem höchst veränderlichen, in Wasser zwar nicht löslichen, aber aufquellenden (bisweilen auch schrumpfenden) Eiweisskörper besteht, welcher im Tode und bei niederen Erwärmungsgraden gerinnt, so dass nur die schonendste mikroskopische Behandlung den Normalzustand uns erkennen lässt [1].

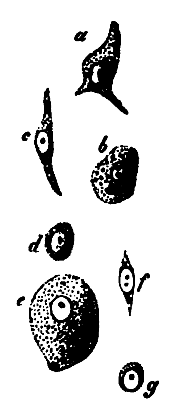


Fig. 46. Verschiedene Zellen mit Kern u. Protoplasma ohne Membran in halbschematischer Darstellung.

Sehr wechselnd gestaltet sich die Menge dieses den Kern umhüllenden Protoplasma und damit Ansehen und Grösse der ganzen Zelle. Mittlere Grade versinnlichen uns *a—d* unseres Holzschnittes, eine grössere Menge *e*. Andere Zellen zeigen nur eine sehr geringe Menge jener den Kern umlagernden Substanz, wie *f* und *g*, ohne damit die Fähigkeit verloren zu haben, wieder an Zellensubstanz zu wachsen und alle der Zelle vorgezeichneten Lebenszwecke nachträglich erfüllen zu können. Aus einem freien Kern ohne Protoplasma vermag dagegen nach allem, was wir wissen, niemals wieder eine Zelle zu werden.

Indessen gehen wir zu reifen oder alternden Zellen über, so sind vielfach ganz andere Massen an die Stelle des Protoplasma einer früheren Lebensperiode getreten. So bildet eine gelbgefärbte, wasserklare, stark gequollene Substanz den Körper der Blutzellen (Fig. 47). Ebenso treffen wir an den älteren plattenförmigen Zellen, wie sie auf der Oberfläche mancher Schleimhäute des Körpers vorkommen (Fig. 48), das frühere Protoplasma ersetzt durch eine feste, wasser- und körnchenarme Substanz, einen umgewandelten Eiweissstoff, welchen man Hornstoff, Keratin, zu nennen pflegt.

Zellen der Art aber, wie sie unsere beiden Beispiele vorführten, sind keiner Zukunft mehr fähig; sie haben diese durch den Verlust ihres Protoplasma eingebüsst.'

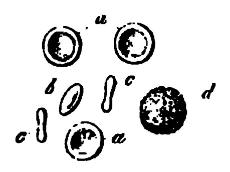


Fig. 17. Blutkörperchen des Menschen.

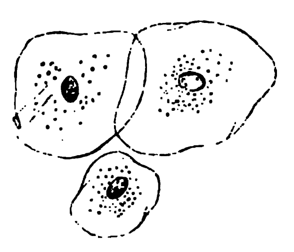


Fig. 18. Aeltere Epithelialzellen aus der Mundhöhle des Menschen.

Bei weitem häufiger treten uns Zellen entgegen, welche in ihrem Protoplasma andere Substanzen als geformte Einbettungen enthalten (Fig. 49).

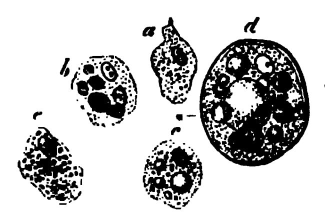


Fig. 49. Zellen mit Einbettungen fremder Substanzen in das Protoplasma (halbschematisch); *a* ein Lymphkörperchen mit von aussen aufgenommenen Karmin-Körnchen; *b* ein solches mit eingedrängten Blutzellen und Trümmern derselben; *c* eine Leberzelle mit Fetttröpfchen und Körnchen von Gallenfarbestoff; *d* eine Zelle mit Fetttropfen und einer deutlichen Membran; *e* eine Zelle mit Melanin-Körnchen.



Fig. 50. Sternförmige mit schwarzem Pigment erfüllte Zellen.

Sehen wir ab von Zellen, in welche von aussen her fremde Massen eingedrängt worden sind, wie z. B. Karminkörnchen (*a*) oder Blutkörperchen und Stücke solcher (*b*) [merkwürdigen Vorgängen, die später ihre Erörterung finden sollen], so treffen wir häufig Tröpfchen und Tropfen des Neutralfettes in die ursprüngliche Zellenmasse eingelagert (*d*), welche allmählich zusammenfliessen und das Protoplasma bis auf einen kleinen Rest verdrängen können. Neben solchen Fettkügelchen bemerken wir in andern Zellen, denjenigen der Leber (*c*), noch Moleküle eines braunen Gallenfarbestoffes.

Ganz eigenthümliche Bilder gewähren Zellen, welche Einlagerungen der Körnchen des Melanin (S. 54) erhalten haben. Letztere vermögen so zahlreich zu werden, dass der ganze Zellenkörper sich schliesslich als schwarzer Klumpen darbietet (Fig. 50). Verhältnissmässig viel seltener treten im Innern thierischer Zellen Krystalle auf. So kommen beim Erkalten des Körpers als ein Leichenphänomen die schon oben (S. 27) erwähnten nadelförmigen Krystalle von Fett in der Höhle der (von einer Membran umschlossenen) Fettzellen vor (Fig. 51). Während in ihnen eine gerade nicht seltene Erscheinung gegeben ist, finden sich an-

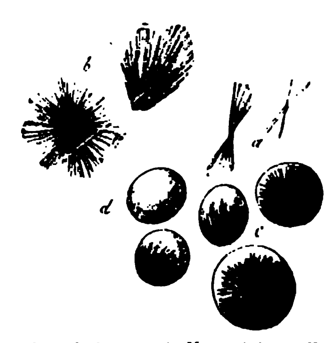


Fig. 51. *a b* Sogenannte Margarinkrystalle; bei *c* dieselben im Inhalte der Fettzellen; bei *d* die krystallfreie Zelle des Fettgewebes.

dere krystallinische Einlagerungen nur ganz spärlich und unter abnormen, pathologischen Verhältnissen. Stoffe, welche in den wässrigen Lösungen, wie sie der Organismus darbietet, die Krystallform annehmen, müssen überhaupt als für Gewebebildung untauglich bezeichnet werden. Es wird uns diese Seltenheit der Krystalle im Zelleninhalt hiernach begreiflich, ein Gesetz, von welchem auch in den verschiedenen Gruppen der Thierwelt die so variable Zelle verhältnissmässig nur selten eine Ausnahme macht.

Anmerkung: 1) Die im Texte erwähnte höchst delikate Beschaffenheit des Protoplasma ist ein grosser Uebelstand, wenn wir die Beschaffenheit einer Zellenform während des Lebens erkennen sollen. Nur die vorsichtigste Behandlung, die Anwendung der Organflüssigkeiten oder wahrhaft indifferenter, den natürlichen Körpersäften nachgebildeter Zusatzflüssigkeiten auf das dem eben getödteten Thier entnommene Gewebe unter Erhaltung der Körpertemperatur können zum Ziel führen. Hier liegt eine grosse Lücke der gegenwärtigen Histologie vor. Vergl. *Frey*, Mikroskop, 5. Aufl. S. 70.

§ 47.

Für die weitere Charakteristik der thierischen Zelle sind noch die Hülle und der Kern übrig geblieben.

4) Die Hülle. Wie schon früher erwähnt wurde, bleibt wohl nur selten das Protoplasma an der Oberfläche des Zellenkörpers eben so weich, wie im Innern desselben. Als Regel müssen wir, durch Berührung mit den Substanzen der Umgebung bewirkt, eine Erhärtung der körnchenarmen oder freien Peripherie der Zelle annehmen (Hüllen- oder Rindenschicht des Protoplasma). Jene Erhärtung ist sicher unendlich oft eine äusserst geringe, so dass nur eine schärfere Begrenzung ihre Existenz vermuthen lässt und ein geringer Eingriff wieder Erweichung herbeizuführen vermag. In vielen anderen Fällen wird sie stärker; die erhärtete helle Schicht gewinnt an Stärke und Breite und kann durch die Einwirkung von Wasser und anderen Reagentien von dem körnerreichen Protoplasma abgehoben zur Anschauung kommen.

Solche Bilder sind unendlich oft für Beweise einer Zellenmembran genommen worden, namentlich wenn man etwa zuletzt durch einen Riss der Rindenschicht den weicheren Inhalt herzorquellen sah. Und in der That, jene erhärtete peripherische Lage des Protoplasma führt uns, indem sie allmählich selbstständiger wird und einen anderen chemischen Charakter gewinnt, zu der Zellenmembran.

Niemand vermag zu sagen, wo jene Rindenschicht des Protoplasma endet und diese Zellenmembran beginnt, welche eine frühere Epoche der Gewebelehre allerdings den thierischen Zellen in überreicher Fülle zugeschrieben hat.

Es gelingt zuweilen über den geschrumpften Zellenkörper etwas abstehend eine solche Haut mit doppelter Begrenzung zu erkennen (Fig. 49 *d*). An ihrer Gegenwart werden wir namentlich keinen Augenblick zweifeln, sobald es uns glückt, entweder auf mechanischem Wege, z. B. durch Sprengen und Austreiben des Inhaltes, oder durch ein chemisches Verfahren, welches letztere Masse löst, die Membran zu isoliren. Gerade die schon erwähnten Fettzellen (Fig. 51 *a*) gestatten durch Druck das flüssige Fett (*b*) in Tropfen auszupressen und die Zellenmembran (*e*) zur Wahrnehmung zu bringen. Ebenso entsteht das gleiche Bild, nachdem der Inhalt durch Alkohol oder Aether extrahirt worden ist. Solche Membranen kommen sicher vielen Zellenformationen des Körpers zu. Ihre Bedeutung liegt zunächst auf anatomischer Seite, indem die für viele thierische Gewebe erforderliche Konsistenz erfahrungsgemäss eine grössere ist, als sie das weiche Protoplasma des Zellenkörpers allein zu gewähren vermag. Wo jedoch die einzelnen Zellen durch ansehnliche Mengen festerer Zwischensubstanz getrennt vorkommen, oder wo gerade entgegengesetzt in Flüssigkeiten suspendirt, die Zellen ein flüssiges Gewebe herstellen, fehlt jene Zellenmembran wohl allgemein. Die Zellen im Knochen und

Zahnbein, wie die zelligen Elemente des Blutes, der Lymphe und der Leber (Fig. 52) sind membranlos.

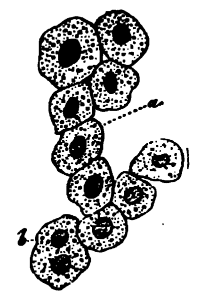


Fig. 52. Leberzellen des Menschen.

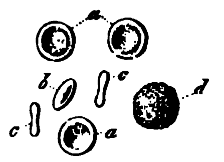


Fig. 53. Glattrandige scheibenförmige Blutkörperchen *a b c* und eine granulirte farblose Blutzelle *d*, deren Kern verdeckt ist.

Die Zellenmembranen erscheinen in der Regel wasserklar, strukturlos und bei unseren gegenwärtigen optischen Hülfsmitteln ohne Oeffnungen und Poren. Indessen ist man doch in neuerer Zeit bei einzelnen Zellen auf grössere, dem Mikroskop zugängliche Poren aufmerksam geworden, Verhältnisse, welche später zur Sprache kommen müssen.

Hüllenschicht und Membran dürften in einzelnen Fällen übrigens nur Theile des Zellenkörpers bedecken.

Gewöhnlich geschieht die Abgrenzung der Zelle in einer Weise, dass ein glatter Kontour das Gebilde umschliesst. Andererseits treffen wir im Körper Zellen an, wo die körnige Inhaltsmasse an der Oberfläche eine Menge feiner höckeriger Auftreibungen hervorruft. Nach dieser Verschiedenheit kann man zwischen glattrandigen und granulirten Zellen (Fig. 53 *a*, *d*) unterscheiden. Beiderlei Differenzen sind indessen unwesentlicher Natur. Durch einen partiellen Austritt von Stoffen vermag die bis dahin glatte Zelle sich runzelnd das höckerige Ansehen anzunehmen, während umgekehrt granulirte Zellen durch verstärkten Wassereintritt sich aufblähen und die glattrandige Beschaffenheit gewinnen können.

Man ist in neuerer Zeit noch auf eine sonderbare Begrenzungsform der jungen Zelle, und zwar bei sogenannten geschichteten Plattenepithelien, aufmerksam geworden [*M. Schultze*[1])]. Die Oberfläche dieser membranlosen Gebilde (Fig. 54) ist nämlich überall mit Spitzen, Stacheln und Leisten besetzt, welche zwischen diejenigen benachbarter Zellen eingreifen, »wie zwei mit den Borsten in einander gepresste Bürsten«. Der jenen Gebilden gegebene Namen der Stachel- und Riffzellen ist darum ein ganz passender.

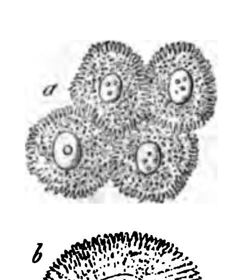


Fig. 54. Sogenannte Stachel- oder Riffzellen *a* aus den untern Schichten der Epidermis des Menschen: *b* eine Zelle aus einer Papillargeschwulst der menschlichen Zunge (letztere Kopie nach *Schultze*.)

5) Analysiren wir schliesslich den Kern mit seinen weiteren Theilen, so tritt auch an ihm eine gewisse Manchfaltigkeit uns entgegen. Schon die so sehr verschiedene Grösse der thierischen Zellen bedingt im Ausmaass des Nukleus recht beträchtliche Schwankungen, welche freilich verhältnissmässig geringer bleiben als die so extremen der Zelle selbst. Als mittleres Ausmaass der Kerne thierischer Zellen können wir 0,0011—0,075 ^{mm} bezeichnen, wobei aber festgehalten werden muss, dass Kerne ansehnlich kleiner, bis auf 0,006 ^{mm} und weniger zu werden vermögen, während umgekehrt manche Zellen einen Nukleus führen, dessen Dimensionen auf 0,023—0,045 ^{mm} sich erheben können.

Ebenso zeigt uns der Kern thierischer Zellen bald eine mehr zentrale, bald eine exzentrische peripherische Lage.

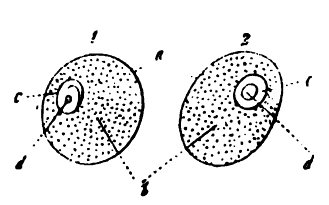


Fig. 55. Zwei Zellen (a) mit bläschenförmigen Kernen bei c, welche ein kleineres oder grösseres Kernkörperchen bei d erkennen lassen. Die Kerne selbst liegen mehr exzentrisch in dem Zellenkörper b.

Als Grundform unseres Gebildes, wie sie uns überall an den ersten frühesten Bildungszellen embryonaler Gewebe, aber auch oft genug noch an den Zellen reifer Gewebe des Organismus entgegentritt, treffen wir einen dem Kugligen sich annähernden Kern von bläschenförmiger Beschaffenheit (Fig. 55 *cc*), d. h. mit einem mehr oder weniger flüssigen und — wie wir sogleich hinzufügen wollen — einem homogenen wasserhellen Inhalte und einer festeren Schale, welche bei den stärksten Vergrösserungen unserer heutigen Instrumente häufig eine doppelte Begrenzung als optischen Ausdruck ihrer Dicke erkennen lässt, so dass also der Nukleus eine analoge Beschaffenheit darbietet, wie die mit einer Membran versehene Zelle, als deren Bestandtheil er etwa erscheint.

Im Innern dieses bläschenförmigen Kernes oder, wie man das Gebilde auch genannt hat, dieses Kernbläschens, bemerkt man einfach oder doppelt ein rundliches, bei seiner Kleinheit meistens punktförmig erscheinendes Gebilde, das schon erwähnte Kernkörperchen oder den Nukleolus (*d d*).

Indessen diese Grundform des Nukleus wird in einer späteren Zeit häufig genug verlassen und gegen eine andere vertauscht, so dass auch der Kern sich ziemlich von jener ursprünglichen Beschaffenheit zu entfernen vermag, wenn gleich die Variationen der Kerne viel geringer sind, als diejenigen der Zelle. Einmal vermag er, um zunächst gewisser Gestaltveränderungen zu gedenken, in eine lange schmale Form überzugehen, wie in den Zellen, welche die unwillkürliche oder glatte Muskulatur bilden (Fig. 56 *b*), oder er kann scheibenförmig werden, was uns beispielsweise die Zelle der Nagelsubstanz erkennen lässt (Fig. 57). Verästelungen der Kerne kennt man gegenwärtig wohl von gewissen Zellen niederer Geschöpfe, nicht aber bei denjenigen höherer Thiere und des Menschen.

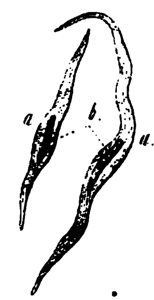


Fig. 56. Zwei Zellen der unwillkührlichen Muskulatur *aa*; bei *b* die homogenen, stäbchenartigen Kerne.

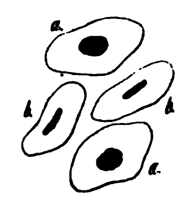


Fig. 57. Zellen der Nagelsubstanz. *aa* Ansicht von oben mit dem granulirten Kern; *bb* Seitenansicht der Zelle mit dem scheibenartig abgeflachten Nukleus.

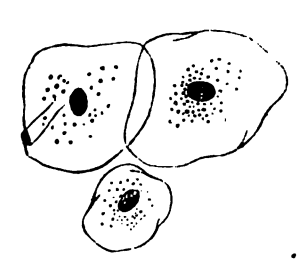


Fig. 58. Plattenförmige Epithelialzellen mit ganz homogenen glattrandigen Kernen.

Andererseits vertauscht der Nukleus die ursprüngliche bläschenförmige Beschaffenheit der früheren Tage gegen einen festen Inhalt, wie z. B. an den oberflächlichen Zellen des Mundhöhlenepithelium (Fig. 58), oder gegen eine ganz homogene gleichartige Natur, so dass auch die Kernhülle nicht mehr zu erkennen ist. Letzteres sehen wir an den eben vorgeführten Zellen der unwillkührlichen Muskulatur (Fig. 56 *b*). Kernkörperchen sind in solchen Fällen oftmals verschwunden.

Häufig lagern sich im Innern des Nukleus Elementarkörnchen ab, welche

bei grösserer Menge ihm ein körniges und höckeriges Ansehen verleihen und ein Kernkörperchen nicht mehr herausfinden lassen; es entstehen so die granulirten Kerne. Andererseits kennt man Zellen, deren Kern von einem umhüllenden Fetttropfen verborgen werden kann. Ersteres sehen wir nach Wassereinwirkung z. B. an den Kernen der farbigen Blutzellen (Fig. 59) niederer Wirbelthiere, während letzteres bei gewissen Knorpelzellen ein häufiges Vorkommniss bildet.



Fig. 59. Zwei Blutzellen des Frosches *ab* mit den granulirten Kernen, wie sie durch die Einwirkung von Wasser hervortreten.

Nicht immer bemerkt man im Innern der thierischen Zelle das uns beschäftigende Gebilde. So verbirgt es uns gerade die noch lebende Zelle häufig. Schon im vorigen § wurde erwähnt, dass eine reichliche Erfüllung des Zellenkörpers mit Elementarkörnchen, Pigmentmolekülen, den Kern verdecken kann (Fig. 60). Dasselbe ist auch bei der Einfüllung einer zusammenhängenden Fettmasse der Fall. Ein genaueres Zusehen wird aber dem Beobachter den Nukleus stets nachträglich zeigen. Umgekehrt gibt es thierische Zellen, wo an ein solches Verdecktsein nicht gedacht werden kann, wo manchmal der Zelleninhalt ganz wasserhell und durchsichtig erscheint und wo auf keine Weise ein Kern zur Anschauung zu bringen ist. Zu diesen Zellen mit wirklich fehlendem Nukleus gehören z. B. die farbigen Blutkörperchen des reifen Säugethiers und Menschen (Fig. 61), ebenso die oberflächlichsten Zellenschichten der Oberhaut, welche die äussere Haut des Menschen überkleidet (Fig. 62). Von beiderlei Theilen weiss man aber, dass sie in der früheren Zeit und der Embryonalperiode kernhaltig gewesen sind. Es gibt somit gewisse Zellen unseres Leibes, wo als Regel in späterer Zeit der Kern verschwindet. Ebenso bemerken wir hier und da einmal in Geweben, deren Zellen das ganze Leben hindurch kernhaltig zu bleiben bestimmt sind, als eine vereinzelte seltenere Anomalie eine kernlose Zelle isolirt unter ihren kernführenden Gefährtinnen. Alle kernlosen Zellen des Organismus sind im Uebrigen keiner Zukunft mehr fähig, vielmehr nach unserem jetzigen Wissen einfachem Untergang verfallen.


Fig. 60. Sternförmige, mit schwarzem Pigment erfüllte Zellen. Bei zweien derselben ist der Nukleus zu erkennen, bei der dritten ist er von der Masse der Melaninkörnchen verdeckt.



Fig. 61. Farbige kernlose Blutzellen des Menschen *abc*.



Fig. 62. Kernlose Zellen der Epidermis.

Diesen kernlosen Zellen stehen andere entgegen, welche den Kern doppelt oder auch wohl in grösserer Zahl enthalten. Erstere (Fig. 63) kommen verhältnissmässig häufiger und zwar in sehr verschiedenen Geweben vor. Zellen mit vielen Kernen sind selten und für den normalen Körper namentlich in dem Knochenmark bekannt. Sie können hier 10, aber auch 20 und 40 Kerne enthalten und zum Theil gewaltiges Ausmaass gewinnen (Fig. 64). Solche Verhältnisse scheinen stets mit einem Vermehrungsprozesse der Zelle zusammenzuhängen und werden deshalb bei letzterem ausführlicher zur Sprache gebracht werden müssen. — Von jenem in Wahrheit doppelten oder mehrfachen Kernen hat man aber ein scheinbares, trügerisches Vorkommen zweier oder mehrerer Kerne in einer thierischen Zelle zu unterscheiden. Man trifft zellige Gebilde in verschiedenen Flüssigkeiten des Körpers, so in dem Blute (farblose Blutzellen), in der Lymphe, dem Chylus, dem Schleim, Eiter etc. — wir wollen sie lymphoide Zellen benennen

welche einen ursprünglich einfachen Nukleus führen, der aber alternd häufig bei Einwirkung von Reagentien, wie z. B. verdünnter Säuren, in zwei, drei

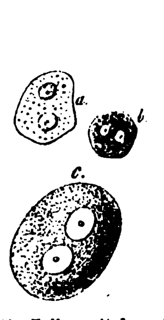


Fig. 63. Zellen mit doppeltem Kerne; *a* aus der Leber, *b* aus der Chorioidea des Auges und *c* aus einem Ganglion.



Fig. 64. Vielkernige Riesenzellen aus dem Knochenmark des Neugebornen.

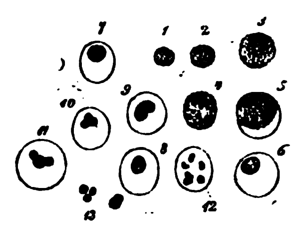


Fig. 65. Lymphoide Zellen; bei 1—4 unverändert; bei 5 erscheint Kern und Schale; dasselbe bei 6, 7 und 8. Bei 9 beginnt der Kern sich zu spalten, ebenso bei 10 und 11; bei 12 ist er in 6 Stücke zerfallen; bei 13 freie Kerne.

oder mehrere Stücke zerfällt, so dass man Zellen mit mehrfachen Kernen zu sehen glaubt (Fig. 65).

Die Frage, ob dem Körper und Kern der Zelle noch eine weitere feinere Textur zukommen könne, ist zur Zeit noch keiner definitiven Beantwortung fähig [2].

Anmerkung: 1) Vergl. dessen Aufsatz in *Virchow's* Archiv Bd. 30, S. 260. Eine frühere Untersuchung von *Schrön* (*Moleschott's* Beiträge Bd. 9, S. 95) hatte den Gegenstand nicht richtig erfasst. — 2) Man hat in den letzten Jahren allerdings feinste Fäden und Fibrillen im Innern von Zellenkörper und Zellenkern finden wollen. Diese Dinge stehen aber so sehr an der Grenze unserer jetzigen optischen Hülfsmittel, dass hier die grösste Vorsicht geboten erscheint. Nur für die Ganglienzelle scheint eine komplizirtere Struktur festgestellt zu sein. Man s. noch *Th. Eimer* im Arch. f. mik. Anat. Bd. 8, S. 141.

§ 48.

Wenden wir uns jetzt zur chemischen Konstitution der thierischen Zelle, so betreten wir damit einen noch sehr wenig aufgehellten Bezirk der Gewebechemie. Denn mehr als anderwärts bleibt gerade bei der Erforschung der Formelemente die chemische Analyse weit hinter der mikroskopischen zurück. Man sollte zu diesem Zwecke im Stande sein, die Zelle von ihrer Nachbarschaft, d. h. von anderen Gewebebestandtheilen, zu trennen und die einzelnen Theile jenes Gebildes, d. h. Kern, Zellenkörper, Membran isolirt in Angriff zu nehmen. Diese Dinge gehören zur Zeit leider noch zu den Unmöglichkeiten. So erklärt sich eine grosse Lücke unseres Wissens mehr als hinreichend.

Im Allgemeinen vermögen wir nur so viel anzugeben, dass die noch so dunkle Gruppe der Proteinkörper oder Eiweissstoffe mit ihren zahlreichen verschiedenen Substanzen und Modifikationen, sowie gewissen ihrer histogenetischen Abkömmlinge an dem Aufbau der thierischen Zellen den hauptsächlichsten Antheil nimmt. Wie in allen Theilen des Organismus, erhalten wir als fernere Mischungsbestandtheile Wasser (und zwar gewöhnlich in ansehnlicher Menge), ferner gewisse Mineralstoffe und wohl auch überall Fette.

Bilden nun nach dem eben Bemerkten zunächst Proteinstoffe und ihre unmittelbaren Derivate die thierische Zelle, so lehrt andererseits die chemische Untersuchung, dass die einzelnen Theile unsres Gebildes von verschiedenen Mo-

difikationen jener hergestellt werden müssen, da Kern, Körper und die Zellenhülle (wenn letztere vorhanden) differente Reaktionen zu zeigen pflegen. Mit diesen ganz allgemeinen Sätzen schliesst nicht selten unser Wissen von der Mischung thierischer Zellen in unerquicklicher Weise ab. In anderen Fällen — und unter begünstigenden Umständen — gelingt es uns, etwas weiter in die chemische Konstitution jener wichtigsten Formelemente einzudringen.

Fragen wir zunächst nach der Beschaffenheit des Zellenkörpers. Dass dieser ursprünglich von dem sogenannten Protoplasma hergestellt wird, hat einer der vorhergehenden §§ bereits gelehrt. Schon dort bezeichneten wir jene Masse als eine mehr oder weniger zähflüssige, schleimige, bestehend aus einer eigenthümlichen, spontan im Tode, ebenso bei relativ niederen Wärmegraden gerinnenden Eiweisssubstanz, welche in reichlichem Wasser gequollen ist, aber in letzterem sich nicht löst. Hierauf beruht zur Zeit fast unser ganzes Wissen über jene wichtige Materie. Die Körnchen, welche in der homogenen Grundmasse des Protoplasma bald in geringerer, bald grösserer Menge eingebettet liegen, bestehen theils aus geronnenen Eiweisskörpern, theils aus Neutralfetten, seltener Farbestoffen, namentlich Melanin. Dass endlich Mineralbestandtheile nicht fehlen werden, bedarf wohl keiner Bemerkung. In vielen Zellen wandelt sich jenes Protoplasma allmählich in andere Modifikationen der Proteinkörper um. So wird statt seiner die reife farbige Blutzelle durch ein verwässertes Hämoglobin hergestellt, die Bildungszelle der Linsenfasern durch einen Globulin genannten Eiweisskörper. Andere Zellen führen Mucin oder verwandte Substanzen (z. B. Kolloid). Häufig unter Wasserverlust verwandelt sich jene ursprüngliche Zellensubstanz in festere Modifikationen der Eiweissgruppe, so z. B. in den sogenannten Hornstoff bei der ausgebildeten Epithelial- und Nagelzelle u. a. m. So lückenhaft hier unser Wissen zur Zeit noch ist, immerhin muss es als eine wichtige Thatsache bezeichnet werden, dass jene entfernteren Abkömmlinge der Eiweisssubstanzen, welche man als leimgebende und als elastische Substanz (§ 15) bezeichnet, niemals den eigentlichen Körper einer thierischen Zelle bilden.

Fermentstoffe dürften häufige Vorkommnisse des Zellenleibes darstellen. So haben wir in dem Protoplasma der Magendrüsenzellen feinkörnige Moleküle des Pepsin; verwandte Stoffe kommen in den Zellen der Darmdrüsen vor.

Ausserordentlich häufige Vorkommnisse stellen ferner Einlagerungen von Neutralfetten dar. Körnchen, Kügelchen, Tröpfchen treten in der verschieden beschaffenen Zellensubstanz zunächst auf, um bei höheren Graden grosse Tropfen zu bilden, welche schliesslich fast die ganze übrige Zellensubstanz verdrängen. Die meisten dieser Fettgemenge sind von aussen her in den Zellenkörper aufgenommen; dieses unterliegt wohl keinem Zweifel. Dass es aber auch durch den Zerfall eiweissartiger Zellensubstanz zur Fettbildung kommen könne, ist wenigstens sehr wahrscheinlich.

Geformte Einbettungen unorganischer Stoffe in den Zellenkörper mit Ausnahme von Kalksalzen kommen nicht vor.

Wenden wir uns nun zu der chemischen Beschaffenheit der Zellenoberfläche, so haben wir zunächst festzuhalten, dass sehr allgemein das Protoplasma in Berührung mit den umgebenden Stoffen zur Rinden- oder Hüllenschicht bald weniger, bald mehr erhärtet. Ueber die Zusammensetzung dieser Lage, über ihre Verschiedenheit gegenüber dem weicheren Protoplasma wissen wir noch nichts. Ihr Widerstandsvermögen gegen Reagentien, wie Säuren und Alkalien, pflegt im Uebrigen nur ein geringes zu sein.

Weitere Umwandlungen dieser Rindenschicht führen allmählich durch Zwischenstufen die eigentliche Zellenmembran herbei. Ihr kommt eine weit grössere Resistenz zu, indem der Eiweisskörper der Rindenschicht sich in eine Substanz verwandelt hat, welche in ihrer Unveränderlichkeit und ihrem ganzen Verhalten mit der elastischen Substanz nicht selten grosse Aehnlichkeit oder geradezu

Uebereinstimmung darbietet. Schon vor Jahren konnte *Donders*[1]) behaupten, dass die Membranen aller thierischen Zellen aus Elastin beständen. Ist nun auch dieser Ausspruch des trefflichen Forschers übertrieben, so gewährt die Umwandlungsfähigkeit jener Rindenschicht des Protoplasma zu derartigen Zellenmembranen eine Bestätigung des Satzes, dass die elastische Substanz aus den Proteinkörpern hervorgehe (obgleich uns die Einzelheiten dieses Uebergangs noch nicht bekannt sind).

Indem wir endlich zur chemischen Beschaffenheit des Zellenkerns übergehen, haben wir an diesem ursprünglich bläschenförmigen Körper Hülle und Inhalt zu unterscheiden. Letzterer, eine wasserhelle Flüssigkeit, scheint Proteinstoffe in löslicher Modifikation zu führen, da man öfters durch die Anwendung von Alkohol, Säuren etc. ein Präzipitat feiner Körnchen zu erhalten vermag; so z. B. an den Kernen der Ganglienzellen und dem grossen Kerne des primitiven Eies. Die Hülle besteht verhältnissmässig nur selten aus einem der Essigsäure und verwandten Säuren nicht widerstehenden Stoffe, wie z. B. gerade an den Kernen der beiden so eben angeführten Zellenformen. Gewöhnlich — und dieses ist als ein empirisches Hülfsmittel zur Erkennung und Unterscheidung des Nukleus bei den Histologen schon lange in Gebrauch — wird die Kernhülle und übrige Kernsubstanz von derartigen Säuren nicht angegriffen. Kommen jene Massen in letzterem Verhalten hiernach mit dem elastischen Stoffe mancher Zellenmembranen überein, so entfernen sie sich durch ihre bald geringere, bald grössere Löslichkeit in Alkalien auf das Entschiedenste von jener Substanz. Mit Recht hat man dieses als einen Unterschied zwischen Kern und Zellenhülle hervorgehoben (*Koelliker*).

Manchfache chemische Umwandlungen müssen im weiteren Zellenleben an dem Kern auftreten; so z. B. wenn er solide wird, oder die bläschenförmige Natur mit der körnigen vertauscht. Auffallend ist die Neigung gewisser Zellenkerne, Fette um sich abzulagern, eine Veränderung, welche an manchen Knorpelzellen beispielsweise so weit gehen kann, dass schliesslich statt des Nukleus nur ein Fetttropfen scheinbar geblieben ist. Farbestoffe sind an die Nuklei thierischer Zellen nur selten gebunden. Doch treffen wir die Kerne der Epidermoidalzellen dunkler Hautstellen durch ein braunes Pigment gefärbt.

Bei seiner Kleinheit hat sich das Kernkörperchen der chemischen Untersuchung noch fast gänzlich entzogen. Wir vermuthen um seines optischen Verhaltens willen, dass es häufig aus Fett bestehe.

Wie weit die (schon in einem früheren Abschnitte erörterten) Zersetzungsprodukte histogenetischer Stoffe, welche wir in der das zellige Gewebe durchtränkenden Flüssigkeit antreffen, vorher Bestandtheile des Zelleninhaltes gewesen sind, steht anhin. Ohnehin ist auch bei den günstigsten, einfach zelligen Geweben immerhin es unmöglich anzugeben, was an Zersetzungsprodukten derselben den einzelnen Theilen, dem Zellenkörper und Zellenkern zukommt; so bei der Leber, bei den kontraktilen Faserzellen.

Ist hiernach das chemische Wissen von der Zelle in qualitativer Hinsicht ein sehr ungenügendes, so fällt die Kenntniss der quantitativen Zusammensetzung noch weit dürftiger aus; letztere ist uns noch für keine einzige Zellenform unseres Körpers genauer bekannt.

Anmerkung: 1) Vergl. Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 3, S. 348 und Bd. 4, S. 242.

§ 49.

Was die Lebenserscheinungen der Zellen betrifft, so fallen sie einmal der vegetativen Sphäre anheim, sind Prozesse der Stoffaufnahme, Stoffumwandlung, Stoffabgabe, des Wachsthums und der Vermehrung; dann

aber zeigen merkwürdige Kontraktilitätsphänomene, welche man in neuerer Zeit bei Zellen des Thierleibes angetroffen hat, in auffälligster Weise das Leben unseres Gebildes.

Vereinzelte kontraktile Zellen waren schon seit Langem — man möchte sagen als Kuriositäten — aus den Körpern niederer Thiere bekannt gewesen [1]. Später fand man sie bei solchen in grösserer Ausdehnung und überzeugte sich, dass bei manchen Geschöpfen einfachsten Baues fast die ganze Leibesmasse aus derartigen veränderlichen Gebilden bestehen kann. Aber auch für die höchsten Thiere ist allmählich eine immer steigende Zahl derartiger Zellen mit lebendigem Zusammenziehungsvermögen bekannt geworden. Ohnehin konnte ein solches nicht mehr in Zweifel gezogen werden, nachdem man erkannt hatte, wie eine verbreitete Art der Muskulatur, die sogenannte glatte [2], und in der ersten Fötalzeit wenigstens das Herz ganz aus Zellen besteht. Ueberdies ist bis zur Stunde nur an den Zellen weniger Gewebe, wie denjenigen des Nervensystems, die vitale Kontraktilität noch nicht beobachtet worden. So kann man sich kaum des Gedankens enthalten, dass jenes Zusammenziehungsvermögen jeder Zelle in ihrer früheren Lebensperiode, d. h. so lange sie noch aus Protoplasma besteht und noch nicht von einer eigentlichen Zellenmembran umschlossen ist, zukommen, dass es sich überhaupt um eine integrirende Eigenschaft der genannten Substanz handeln möge.

Wir wollen diese wunderbare Erscheinung des Zellenlebens [3]) an einigen Beispielen etwas näher in das Auge fassen.

Hat man einem Frosch durch Aetzen der Hornhaut eine Entzündung des Augapfels erzeugt, so ist nach einigen Tagen der *Humor aqueus* getrübt. Ein Tröpfchen desselben mit grösster Vorsicht [4]) unter das Mikroskop gebracht, zeigt uns die Fig. 66 gezeichneten Zellen (Eiterkörperchen). Dieselben treten fast niemals in einfach kugligen, sondern beinahe stets in verschiedenen zackigen Gestalten uns entgegen. Ihre Spitzen und Zacken sind in einem beständigen, meist trägen, mitunter aber auch rascheren Formenmenwechsel begriffen. Aus dem Zellenkörper treten dünne fadenförmige Fortsätze (bestehend aus glasartiger, körnchenfreier Masse) nicht selten rasch hervor (*a*); andere sind breiter (*b*, *d*, *f*) und bisweilen in reichliche Astbildungen ausgehend (*g*, *h*, *k*). Treffen bei diesem Bewegungsspiel die Aeste benachbarter Fortsätze auf einander, so verfliessen sie an der Berührungsstelle zu netzartigen Formen (*c*, *d*) oder breiten platten Maschen, welche erst allmählich das dunklere Ansehen des übrigen Zellenkörpers gewinnen. Andere unserer Ausläufer haben sich mittlerweile zurückgebildet und sind im Zellenleib verschwunden. Zuweilen begegnet man bei jenem Wechsel höchst sonderbaren Zwischenformen der Zelle (*e*, *i*). Bei all diesen Vorgängen beobachten wir ein langsames Strömen der Körnchen des Protoplasma und der Kern rückt nur passiv von der Stelle [5]). Erst bei dem Absterben der Zelle kommt jenes merkwürdige Bewegungsspiel zur Ruhe und das Gebilde gewinnt jetzt das rundliche Ansehen (*l*), welches man früher als einziges dem Eiterkörperchen zuschrieb.



Fig. 66. Kontraktile Lymphoidzellen aus dem *Humor aqueus* des entzündeten Froschauges.

Die erwähnte Zellenform, unsere Lymphoidzelle (S. 73), findet sich durch den Körper der Wirbelthiere weit verbreitet und hat nach dem Orte ihres Vorkommens verschiedene Namen (farbloses Blutkörperchen, Lymph- und Chyluskörperchen, Schleimkörperchen etc.) erhalten.

Bietet sie auch bei Mensch und Säugethier dergleichen Formenwechsel dar? Diese Frage müssen wir bejahend beantworten. Doch wird bei dem geringeren Ausmaasse der Zelle und bei der rasch eintretenden Abkühlung des Präparates die Beobachtung hier schwieriger. An den farblosen Zellen des menschlichen Blutes kann man die (Fig. 67) gezeichnete Reihenfolge der Umänderungen (*a* 1—10) erkennen. An Lebhaftigkeit aber gewinnt der Formenwechsel, wenn wir die ursprüngliche Körperwärme dem Präparat künstlich erhalten[6]).

Ein anderes Beispiel einer derartigen Gestaltenänderung kann uns Fig. 68 versinnlichen, ein Stückchen lebenden Bindegewebes aus dem Körper des Frosches. Die Zellen (Bindegewebekörperchen genannt) gewinnen hier zwar nur in höchst langsamem Formenwechsel sehr lange und dünne fadenförmige Ausläufer (*a*, *b*, *c*), welche von benachbarten Zellen her zusammentreffend miteinander temporär verschmelzen. Doch scheinen nicht alle solche Bindegewebekörperchen den erwähnten Wechsel zu besitzen, indem bei *d* und *e* die Gestalt sich nicht ändert. Noch schöner soll sich das Spiel der Veränderungen an den sternförmigen Zellen des Hornhautgewebes gestalten[7]).

Das Kommen und Gehen der Ausläufer, die unregelmässige Entwicklung derselben erinnert in auffälliger Weise an die viel bewunderte Gestaltumänderung



Fig. 67. Kontraktile farblose Zellen des menschlichen Blutes; *a* 1—10 aufeinander folgende Formveränderungen einer Zelle im Laufe von 40 Minuten; *b* eine sternförmige Zelle.

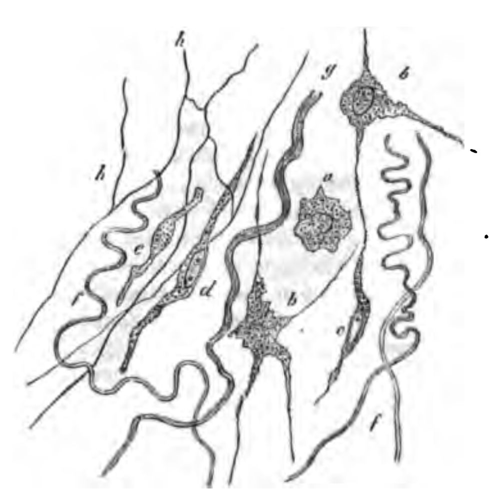


Fig. 68. Lebendes Bindegewebe des Froschschenkels. *a b c d e* verschiedene Formen der Bindegewebezellen (*a*—*c* kontraktile); *f* Fasern und *g* Bündel des Bindegewebes; *h* elastisches Fasernetz.

einer nackten Rhizopode, der Amoeba. Auch ihr Leib ist Protoplasma. Man durfte deshalb mit vollem Rechte diesen Formenwechsel der uns beschäftigenden Zellen einen amöboiden nennen.

Man überzeugt sich leicht, wie jene Amoeba feste Körperchen der Umgebung in ihr Inneres aufgenommen hat. Ebenso sieht man, wie das Thierchen durch seinen Gestaltenwechsel, wobei endlich die Masse des Körpers ganz in den Ausläufer übergeströmt und dieser also zum Leib geworden ist, über die Unterlage hin langsam von der Stelle sich schiebt. Man hat in neuer Zeit die interessante Beobachtung gemacht, dass auch die unselbstständigen amöboiden Zellen des höheren Thierkörpers die erwähnten beiden Eigenschaften besitzen.

Die winzigen Körnchen von Farbestoffen (Zinnober, Karmin, Indigo, Anilinblau), die kleinen Fettkügelchen der Milch gelangen so in den Körper jener amöboiden Zellen des Blutes, der Lymphe und des Eiters[8]), indem einzelne derselben festliegend von den Ausläuferbildungen erreicht und überzogen werden (Fig. 69 *a*). Das was im künstlichen Versuche jedoch verhältnissmässig nicht leicht gelingt.

erfolgt dagegen im lebenden Körper leichter und in ausgiebigerer Weise. Dicht zusammengedrängt in den engen Zwischenräumen der Organe nehmen jene amöboiden Zellen auch grössere geformte Massen in ihren Leib auf, wobei freilich mehr von aussen her in das weiche Protoplasma eingeschoben werden mag. So können wir Konglomerate von thierischen Farbestoffen, Trümmer, ja ganze Exemplare der dem Strom entrückten farbigen Blutkörperchen eingebettet in dem Innern jener Zellen (*b*) erblicken, — Vorkommnisse, welche einer vorangegangenen Epoche, die jeder Zelle die geschlossene Membran zuschrieb, räthselhaft geblieben waren [9]).



Fig. 69.

Der Aufnahme entspricht natürlich auch die Wegfuhr. Nach einiger Zeit drängt der kontraktile Zellenkörper jene Körnchen, Fettmoleküle u. A. gegen seine Oberfläche, um sie endlich auszustossen [10]).

Das Wandern der amöboiden Zellen durch die Hohlgänge des lebenden Körpers entdeckte vor Jahren *Recklinghausen* [11]). Schon in einem Tropfen zellenführender Flüssigkeiten gelingt es, die Lokomotion in sicherer Weise zu beobachten. In den Geweben des Organismus unter beständigem Gestaltenwechsel, durch den engen Raum jedoch meistens zu länglichen Formen seitlich zusammengedrückt, durchwandern jene Zellen in kurzer Zeit verhältnissmässig ansehnliche Strecken.

Beiderlei Verhältnisse, jene Stoffaufnahme und jenes Wandern der Zellen eröffnen einen Blick in eine neue Welt minimalen Geschehens. Amöboide Zellen thierischer Flüssigkeiten (wie der Lymphe, des Schleims, seröser Transsudate) können aus tiefer gelegenen, ja weit entfernten Organpartieen ausgewandert sein. Merkwürdige Beobachtungen über derartige Dinge bei entzündlichen Reizungszuständen hat in neuer Zeit *Cohnheim* [12]) uns mitgetheilt. Wir wollen ihrer an einer anderen Stelle unseres Buches ausführlicher gedenken. Geformte Partikelchen von Ferment- und Ansteckungsstoffen — wir werden die Möglichkeit nicht läugnen dürfen — können in Amöboidzellen aufgenommen und von diesen nach entfernten Lokalitäten des Körpers gebracht zu schweren Folgen für den Organismus führen.



Fig. 70. Flimmerzellen des Säugethieres. *a*—*d* Zellenkörper mit den Flimmerhaaren.

Den erwähnten Kontraktionen des Zellenkörpers können wir als eine zweite Zusammenziehungsart die Bewegungen von Zellenanhängen entgegensetzen. So sehen wir bei gewissen Epithelialzellen auf einem Theil der Aussenfläche ungemein kleine Härchen angebracht. Man nennt sie Wimperhärchen oder Flimmerzilien und die betreffenden Epithelien Wimper- oder Flimmerzellen (Fig. 70). So lange die Zelle lebendig ist, sind jene aus einer Art Protoplasma bestehenden zarten Haare in einer beständigen schwingenden Bewegung begriffen. Wir kommen auf dieses Wimperspiel später ausführlicher zurück.



Fig. 71. Samenfäden des Menschen.

Auch der Kern oder von dem Kern gebildete Theile vermögen, allerdings nur in seltener Ausnahme, bei thierischen Zellen kontraktil zu werden. Kontraktile Kerne kennt man allein bei wirbellosen Geschöpfen zur Zeit [13]), während die Samenfäden der Wirbelthiere (Fig. 71) mit ihrem wunderbaren Bewegungsspiel, dessen wir später noch ausführlich zu gedenken haben, vielleicht aus Kernen ausgewachsen sind.

Anmerkung: 1) Schon im Jahre 1841 hatte *v. Siebold* merkwürdige Bewegungen an den Zellen der Planarienembryonen aufgefunden. Hierzu kamen bald die kontraktilen Kör-

per der einzelligen Gregarinen. Vergl. *Siebold's* Aufsatz über einzellige Pflanzen und Thiere in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 1, S. 270, sowie dessen Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere. Berlin 1845; *Koelliker*, Beiträge zur Kenntniss niederer Thiere, in derselben Zeitschrift Bd. 1, S. 1. — 2) *Koelliker* a. d. O. Bd. 1, S. 48. — 3) Indem wir die zahlreichen Einzelangaben über kontraktile thierische Zellen den späteren Abschnitten überlassen, heben wir hier nur hervor: *Häckel's* ausgezeichnete Monographie der Radiolarien. Berlin 1862, S. 104; *v. Recklinghausen*, Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe. Berlin 1862, S. 22 und dessen Aufsatz über Eiter- und Bindegewebekörperchen in *Virchow's* Archiv Bd. 28, S. 157, sowie *Virchow* in demselben Bande S. 237. Ferner ist zu vergleichen: *M. Schultze*, Das Protoplasma der Rhizopoden und Pflanzenzellen, Leipzig 1863; *W. Kühne*, Untersuchungen über das Protoplasma und die Kontraktilität. Leipzig 1864, S. 109; *Preyer*, Ueber amöboide Blutkörperchen, *Virchow's* Archiv Bd. 30, S. 417; *E. Pflüger*, Ueber die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen. Leipzig 1863, S. 108; *La Valette St. George* im Archiv für mikrosk. Anat. Bd. 1, S. 68; *Cohnheim* in *Virchow's* Archiv Bd. 40, S. 1. Eine Zusammenstellung der bis zum Jahre 1866 beobachteten Kontraktilitätserscheinungen hat *Koelliker* in der 5. Auflage seiner Gewebelehre S. 41 geliefert. Von grossem Interesse ist eine neuere Arbeit *N. Lieberkühn's*. (Ueber Bewegungserscheinungen der Zellen. Marburg & Leipzig 1870). — 4) Ueber die hierbei zu beobachtende Methode vergl. man *Frey*, Das Mikroskop, 5. Aufl., S. 60. — 5) Eine sogenannte Molekularbewegung kommt dem unveränderten Protoplasma thierischer Zellen in der Regel nicht zu. Bei stärkeren Quellungsgraden desselben, namentlich bei der zum Absterben führenden Verwässerung kann sie dagegen vorkommen. So finden wir sie an den im wasserreichen Speichel suspendirten, den Lymph- und Eiterzellen gleichwerthigen Gebilden, an den sogen. Speichelkörperchen. — 6) *M. Schultze* in der Berliner klinischen Wochenschrift 1864. Nr. 36 und *Frey's* Mikroskop, S. 61. — 7) *Kühne* a. a. O. S. 123. — 8) Man vergl. die Arbeiten von *Häckel*, *Recklinghausen* und *Preyer*. — 9) Die sogenannten blutkörperchenhaltigen Zellen besitzen eine reiche Literatur. Wir heben hervor: *Koelliker* und *Hasse* in *Henle's* und *Pfeufer's* Zeitschrift Bd. 4, S. 1; *Koelliker* in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 1, S. 261 und Bd. 2. S. 115, in den Würzburger Verhandlungen Bd. 4, S. 58, sowie in seinen histologischen Werken; *Landis*, Beiträge zur Lehre über die Verrichtungen der Milz. Diss. Zürich 1847; *Ecker* in *Henle's* und *Pfeufer's* Zeitschrift Bd. 6, S. 261 und im Artikel »Blutgefässdrüsen« in *R. Wagner's* Handwörterbuch der Physiologie Bd. 4, S. 152; *Virchow* in s. Archiv Bd. 4, S. 515; *Gerlach* bei *Henle* und *Pfeufer* Bd. 7, S. 75 und *Schaffner* ebendaselbst S. 345; *Remak* in *Müller's* Archiv 1851, S. 480. Die neuesten Arbeiten sind: *E. Rindfleisch*, Experimentalstudien über die Histologie des Blutes. Leipzig 1863 (wo aber das Verhalten verkannt ist), der angeführte Aufsatz von *Preyer* und dann von *Beale* im Micr. Journ. (Transactions) 1864, p. 47. — 10) Vergl. *S. Stricker* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 53, Abth. 2, S. 184) und *E. Schwarz* in derselben Zeitschr. Bd. 54, Abth. 1, S. 63. — 11) a. a. O. (*Virchow's* Archiv Bd. 28). — 12) a. a. O. — 13) Die Samenkörperchen der Nematoden.

§ 50.

Unter den vegetativen Erscheinungen des Zellenlebens betrachten wir zunächst das Wachsthum derselben.

Wie alle organischen Bildungen besitzt die thierische Zelle die Fähigkeit des Wachsthums, der Grössenzunahme durch Einlagerung neuer Massentheilchen zwischen die vorhandenen oder, wie man sich auszudrücken pflegt, durch Intussuszeption. Indem von dieser Fähigkeit im Organismus der ausgedehnteste Gebrauch gemacht ist, sehen wir wohl ganz allgemein das Ausmaass neugebildeter Zellen geringer, als es im Zustande der Reife getroffen wird. Die Vergrösserung der Zellen tritt jedoch bei den einzelnen Geweben in sehr ungleicher Art ein, indem manche Zellen nur mässig heranzuwachsen pflegen, wie z. B. gewisse Epithelialzellen, während andere eine ganz exorbitante Vergrösserung erfahren können[1]), wie beispielsweise die Elemente der glatten Muskulatur, die schon mehrfach erwähnten kontraktilen Faserzellen. Ebenso sehen wir häufig gewisse Zellen, wie die Fett- und Knorpelzellen, im Leibe des älteren Embryo und Neugeborenen noch von viel kleineren Dimensionen, als sie der erwachsene menschliche Körper aufzeigt, Verhältnisse welche schon vor längeren Jahren ein holländischer Beobachter, *Harting*[2]), an der Hand des Mikrometer studirt hat.

Eine physikalische Analyse des Zellenwachsthums in einer irgendwie befriedigenden Weise gestattet der gegenwärtige Zustand der Wissenschaft noch nicht.

Höchstens gelingt es hier und da einmal, gewisse Einzelheiten des Prozesses zu erfassen.

Gestattet der sich vergrössernden Zelle die Nachbarschaft hinreichenden Spielraum, liegen die zunächst angrenzenden durch erheblichere Zwischenräume weicher nachgiebiger Substanz getrennt, so wird unser Gebilde gleichmässig in allen Dimensionen wachsen und die alte, primäre, d. h. kuglige Form bewahren können. Liegen anderen Theiles wachsende Zellen dicht gedrängt beisammen, so muss in Folge ihrer Vergrösserung eine Berührung und bei ihrer Weichheit eine gegenseitige Abplattung eintreten, wobei es dann wiederum von mechanischen Momenten abhängen wird, ob diese polyedrisch gegen einander gepressten Zellen sich abflachen, schüppchenartig werden oder umgekehrt eine hohe schmale Gestalt annehmen.

Indessen häufig genug stossen wir in weicher Umgebung auf wachsende Zellen, welche einer Erklärung obiger Art die grössten Schwierigkeiten darbieten, wo die Einlagerung neuer Moleküle nicht gleichartig, sondern ungleichmässig erfolgt. In Folge dieses ungleichartigen Wachsthums nimmt die Zelle, die Kugelform verlassend, birnförmige, spindelartige Gestalten an. Erfolgen jene Aufnahmen nur über ganz beschränkte Stellen, so können wir die Bildung langer Ausläufer in verschiedener Zahl erhalten.

Indessen glaube man nicht, mit derartigen Erklärungsgründen viel erreichen zu können; denn ähnlich den Arten der Pflanzen und Thiere tragen auch die verschiedenen Zellenarten unseres Körpers ihr eigenthümliches spezifisches Gepräge, dessen Zustandekommen bis jetzt noch jeder Analyse spottet.

Aber nicht allein der Zellenkörper wächst; auch Kern und Kernkörperchen sind der Zunahme, wenngleich in mehr untergeordneter Art, unterworfen. Auch der Kern bei seiner dem Zellenkörper verwandten Natur wird eine ähnliche Auffassung seines Wachsens wie desjenigen der Zelle gestatten, und in der That bemerken wir auch an jenem neben der gleichartigen Vergrösserung vielfach eine ungleichmässige, vermöge deren der kuglige Körper platt, lang und schmal, stäbchenförmig u. a. mehr wird. Wohl am geringsten ist die Massenzunahme an dem Nukleolus ausgesprochen, obgleich manche Zellen, z. B. Ganglienkugeln, das Verhältniss erkennen lassen; ebenso das primitive Ei.

Diesen Zellen stehen — wie wir schon früher bemerkten — andere entgegen, bei welchen gerade umgekehrt in Folge des Heranwachsens oder Alterns der früher vorhandene Kern verloren geht, indem er sich auflöst.

So schwinden die Nuklei in den oberflächlichsten, d. h. ältesten und grössten Zellen der Epidermis. So ist die farblose Bildungszelle des farbigen Blutkörperchens mit einem Kerne versehen, während letzteres bei Mensch und Säugethier kernlos erscheint.

Hat sich an Zellen eine schärfer abgegrenzte Rindenschicht des Protoplasma oder eine selbständigere Membran entwickelt, so erfahren diese durch Einlagerung neuer aus dem Zellenkörper abstammender Moleküle eine Flächenvergrösserung. Nicht selten wird die Hülle wachsender Zellen aber auch dicker, indem es an ihrer Innenfläche zu neuen Abscheidungen jener festeren Masse kommt. Wir werden in einem folgenden § bei den Knorpelzellen diese Verhältnisse näher zu besprechen haben.

Andere Wachsthumsphänomene, welche zu einem Aufgeben der Zellennatur und Zellenindividualität führen, finden später ihre Betrachtung.

Anmerkung: 1) Schon in einem der vorhergehenden §§ haben wir gesehen, dass eine dünne, den Kern umlagernde Protoplasmaschicht zum Begriff der Zelle genügt. Solche Gebilde, indem sie wieder zu Zellen mit voller Körpermasse werden können, bieten eigentlich die stärkste Massenzunahme dar. — 2) Vergl. *P. Harting, Recherches micrométriques sur le développement des tissus et des organes du corps humain. Utrecht* 1845.

§ 51.

Alle Gebilde des Körpers, die Gewebeelemente und in vorliegendem Falle die Zellen, zeigen den schon früher (S. 11) erwähnten Umsatz ihrer Substanzen, bieten einen Stoffwechsel dar.

Schon die einfache mikroskopische Untersuchung vermag uns für denselben der Belege gar manche beizubringen, indem sie neben dem Wachsthume der Zelle erkennen lässt, dass häufig der Inhalt der letzteren auch in optischer Hinsicht ein anderer wird. So sehen wir, um uns zunächst an embryonale Verhältnisse zu halten, dass die Bildungszellen der Gewebe ihren bis dahin gleichartigen, feinkörnigen Inhalt gegen einen spezifischen vertauschen, indem statt der Dotterkörnchen Fetttropfen, Pigmentmoleküle, Blutfarbestoff und anderes mehr in dem Zellenkörper auftreten. Indessen auch im Leibe des erwachsenen Geschöpfes bemerken wir diese Erscheinungen des Stoffwandels. Die farblosen Bildungszellen des Blutes verändern sich zu den farbigen. Die Neutralfette, welche, umhüllt von dünnster, den Kern beherbergenden Protoplasmaschicht, den Inhalt der sogenannten Fettzellen ausmachen, können in Folge anhaltenden Hungerns, erschöpfender Krankheiten aus der Zellenhöhle schwinden und durch ein verwässertes Protoplasma, oder — wie man sich früher ausdrückte — durch eine »seröse Flüssigkeit« ersetzt werden.

Noch ein merkwürdiges Beispiel stofflicher Zellenveränderung hat die Neuzeit uns kennen gelehrt.

In der ruhenden Unterkieferdrüse treffen wir Zellen, welche neben einem Reste peripherischen Protoplasma mit Kern einen grossen Tropfen Schleim enthalten. In Folge anhaltender elektrischer Reizung entleeren im künstlichen Versuche jene Drüsenzellen dieses Mucin, werden durchaus körnig und — befreit von jener (starkquellenden) Masse — kleiner. Das Protoplasma hat wiederum den ganzen Zellenkörper nach wenigen Stunden eingenommen.

Bei jeder Verdauung erblicken wir im Innern der Zylinderepithelien des Dünndarms feine Fettmoleküle, welche nach einigen Stunden regelmässig die Zelle verlassen haben. Es liesse sich leicht die Zahl dieser Beispiele beträchtlich vermehren.

Vermögen wir auf diesem Wege den Stoffumsatz der Zelle, man möchte sagen dem körperlichen Auge, vorzuführen, so entstehen, sobald es sich um eine genauere Ergründung handelt, grosse Schwierigkeiten, welche leider die Ausbeute auf diesem für allgemeine Physiologie so unendlich wichtige Gebiete sehr gering erscheinen lassen. Schon der von *Graham* hervorgehobene Umstand, dass zwar krystalloide, nicht aber kolloide Materien durch die aus Kolloidsubstanzen bestehenden Hüllen und Körper der Zelle diffundiren, erschwert ein Verständniss der Zellenernährung und ihres Wachsthums, wenn gleich er auf der anderen Seite die Abfuhr von Zersetzungsprodukten begreifen lässt.

Wenn es sich um die Stärke des Stoffwechsels thierischer Zellen handelt, sind wir meistens nur auf Vermuthungen und Wahrscheinlichkeiten angewiesen. Einmal dürfte den einzelnen Theilen der Zelle ein ungleicher Umsatz zukommen. Die Zellenmembran, wenn anders das Wachsthum unseres Gebildes abgelaufen, scheint den geringsten Wechsel der Materie zu besitzen und das Stabilste des Ganzen zu sein; namentlich wenn sie aus der so indifferenten und resistenten elastischen Substanz besteht. Auf der anderen Seite spricht alles dafür, dass, wie am Wachsen der Zelle so auch am Umsatze ihrer Stoffe, der Zellenkörper den grössten Antheil nimmt, indem an ihm die wichtigsten Umänderungen zu erblicken sind. Zwischen der Hülle, als dem verhältnissmässig Unveränderlichen, und der Inhaltsmasse, als dem Wechselnden, scheint mit einem mittleren Stoffwechsel der Kern zu stehen.

Ebensowenig kennen wir die Umsatzgrösse ganzer Zellengruppen einzelner

Gewebe. Allerdings führen physiologische Thatsachen zu dem Schlusse, dass die Gewebe, welchen man die höchste physiologische Dignität zuschreibt, wie Muskeln und Nervenapparate, einen beträchtlichen Stoffwechsel besitzen, so dass wir uns die Zellen der glatten Muskeln, die Ganglienzellen als Gebilde mit rascher Substanzerneuerung vorzustellen haben. Noch stärker muss in jenen zahlreichen Zellen, welche die Hohlräume der Drüsen unseres Körpers auskleiden, nach allem, was wir über den Sekretionsprozess wissen, das Kommen und Gehen der Materie ausfallen. Andererseits haben wir Zellenformen, deren Umsatzgrösse nur eine sehr unbedeutende sein dürfte, so z. B. die älteren, beinahe abgestorbenen geschichteten Plattenepithelien, das der Epidermis so nah verwandte Nagelgewebe, die Knorpelzellen. Ueber manche andere zellige Gewebe besitzen wir zur Zeit nicht einmal Vermuthungen.

Auch die Erörterung der Hülfsmittel, deren sich die Natur bedient, diesen Stoffumsatz in der thierischen Zelle herbeizuführen, ist mit grossen Schwierigkeiten verbunden.

Wir dürfen einmal hierhin das Imbibitionsvermögen der histogenetischen Stoffe rechnen und müssen zweitens auf die an der Zelle unausbleiblichen endosmotischen Vorgänge wohl das grösste Gewicht legen. Indem der Chemismus im Innern der Zelle niemals ganz rastet, oftmals bedeutend ist, indem ein beständiges Spiel der Umsetzungen hier vorkommt, der Zelleninhalt also vielfach ein anderer wird, indem Flüssigkeiten von wechselnder Natur die Aussenfläche der Zelle bespülen, werden die Erscheinungen der Diffusion ungemein mannichfaltig ausfallen müssen.

Verfolgen wir den Wandel der Zellensubstanzen näher, so können wir ihn als einen doppelten festhalten, als einen egoistischen, im Interesse der eigenen Ernährung geschehenden, und als einen anderen, zur Realisirung grösserer, nicht mehr auf den engen Rahmen des Zellenlebens beschränkter Zwecke dienlichen. Letzteren treffen wir an den Drüsenzellen.

Diese verhalten sich nun hierbei wiederum in doppelter Art, wobei allerdings Uebergänge vorkommen. In gewisse dieser Gebilde treten nur Substanzen ein, welche schon vorher als solche im Blute vorhanden waren, um ohne weitere Veränderung die Zelle zu durchlaufen, und in den leeren Hohlraum des Drüsenrohres gelangend zum Sekrete zu werden. So sehen wir z. B., dass die Drüsenzellen der Niere einfach gewisse Blutbestandtheile, nämlich Harnstoff, Harnsäure und Hippursäure, sowie verschiedene Salze durchtreten lassen. In ähnlicher Weise lassen wohl die Zellen, welche die serösen Säcke bekleiden, die geringen Mengen seröser Flüssigkeit passiren, welche jene befeuchtet und schlüpfrig erhält. Andererseits, um auf Drüsenzellen zurückzukommen, findet man eine beträchtliche Zahl drüsiger Organe, welche nicht einfache Filtrationsapparate von Blutbestandtheilen darstellen, welche vielmehr aus dem Blute in ihren Hohlraum eingedrungene Stoffe weiter verändern, in neue Verbindungen überführen, Spaltungen derselben hervorrufen und anderes mehr. Der Gedanke, diesen chemischen Umsatz auf Fermentstoffe des Zellenkörpers zu beziehen, möglicherweise dem Nukleus solche Eigenschaften zuzuschreiben, muss nahe liegen. So bemerken wir beispielsweise, dass die Leberzellen die Bildung der Gallensäuren und des Glykogen herbeiführen. In den Drüsenzellen der funktionirenden Milchdrüse muss aus einem empfangenen Kohlenhydrate oder einem Eiweisskörper Milchzucker erzeugt werden. In den Speicheldrüsenzellen, in den Labzellen der Magenschläuche, in den Zellen der Dünn- und Dickdarmdrüsen, sowie des Pankreas werden Fermentkörper geschaffen, welche als solche nicht im Blute vorkommen und den betreffenden Drüsenabsonderungen ihre physiologischen Energien verleihen.

Das, was wir so eben für die Drüsenzellen kennen gelernt haben, kehrt auch für die egoistische Ernährung der thierischen Zelle in ähnlicher Weise wieder. Vielfach dürften in thierische Zellen Blutbestandtheile einfach eintreten, um hier

vielleicht mit sehr geringen Modifikationen, Zellenbestandtheile zu werden. Der wesentlich durch die Albumine bewirkte Aufbau der Zellen spricht dafür. Andererseits sehen wir häufig genug durch die Zellenthätigkeit erheblichere Umwandlungen erscheinen, vermöge deren die aufgenommenen Stoffe zu anderen werden. So verändern sich allmählich die Proteinkörper der geschichteten Plattenepithelien in den sogenannten Hornstoff, so gehen die Eiweisssubstanzen anderer Zellen in Schleimstoff, Mucin, über. Die Fettseifen des Blutes verwandeln sich beim Eintritt in die Fettzellen in neutrale Fette, eine Aenderung, welche wir noch nicht näher kennen.

Besonders auffallend werden die Metamorphosen in die Zelle aufgenommener Substanzen, wenn es zur Bildung von Pigmenten kommt. So erzeugt die farblose Zelle des Blutes in ihrem Inneren den Blutfarbestoff und wird zum rothen Blutkörperchen; so entwickeln sich im farblosen Körper mancher Zellen die Moleküle des schwarzen Pigmentes oder Melanin, wo man alsdann von Pigmentzellen spricht.

Die Frage, welche Stoffe eine Zelle durch ihre Thätigkeit bildet und welche von aussen in sie eingedrungen sind, ist in vielen Fällen eine sehr schwierige und eine oftmals genug überhaupt nicht zu entscheidende.

Die Rückbildung der Zellenbestandtheile, die Verflüssigung und Abfuhr der Zersetzungsprodukte vermögen wir zur Zeit gewöhnlich nicht anzugeben. Gerade die rein zelligen Gewebe sind meistens zu wenig massenhaft, um eine chemische Untersuchung zu gestatten. Zuweilen unter günstigen Verhältnissen lassen sich ein paar Anhaltepunkte gewinnen. So dürfen wir beispielsweise bei der chemischen und morphologischen Verwandtschaft der quergestreiften mit der glatten Muskulatur die Zersetzungsprodukte der ersteren auf letztere wenigstens mit grosser Wahrscheinlichkeit übertragen und die Eiweisskörper der kontraktilen Faserzelle wohl in ihr in Kreatin, Kreatinin, Hypoxanthin, Inosinsäure, Inosit und Fleischmilchsäure sich umsetzen lassen.

Indem wir diesen Abschnitt hiermit schliessen, möge nur noch die Bemerkung einen Platz finden, dass *Schwann* jene Phänomene, welche sich auf die chemische Umänderung der Zelle beziehen, als m e t a b o l i s c h e Erscheinung bezeichnet und von einer m e t a b o l i s c h e n K r a f t der Zelle gesprochen hat.

§ 52.

Der Stoffwechsel der thierischen Zellen, so dürftig das Wissen immerhin war, machte uns mit dem Abscheiden formloser Stoffe, mit dem Austritt von Flüssigkeiten, welche die Zersetzungsprodukte oder die früheren Zellenmassen in Lösung enthalten, bekannt. — Ihnen reiht sich eine Anzahl anderer für die Histologie viel bedeutsamerer Bildungen an, wo das vom Zellenkörper gelieferte Material erhärtet und bestimmte Formen gewinnt, ein Vorgang, welcher für Gewebebildung von höchster Wichtigkeit und vor Jahren namentlich durch *Koelliker* [1]) gewürdigt worden ist.

Man kann die betreffenden Bildungen, zu deren Erörterung wir nun übergehen, bald aus Ausscheidungen an der Oberfläche des Protoplasma betrachten, bald als Umwandlungen peripherischer Lagen jener Substanz. In Wirklichkeit gehen beide Verhältnisse vielfach in einander über, so dass wir jener Unterscheidung nur eine untergeordnete Bedeutung beilegen können.

Diese f e s t e n g e f o r m t e n B i l d u n g e n sind für die Körper niederer Thiere allerdings von höherem Werthe als den menschlichen, scheinen übrigens auch noch in unserem Organismus eine nicht unbedeutende Rolle zu spielen, obgleich die Grenzlinie dieser Vorgänge uns bis zur Stunde noch sehr dunkel geblieben ist.

Schon in einem der vorangegangenen §§ unseres Werks haben wir die Rindenschicht des Zellenprotoplasma besprochen, sowie die Zellenmembran, welche wir als eine festere, chemisch differente Hülle erkannten.

Gewinnen solche Membranen grössere Dicke und dem eingeschlossenen Zellenkörper gegenüber eine höhere Selbstständigkeit, so führen sie uns zu den Zellenkapseln.

Die schönsten Beispiele derartiger Kapselmembranen liefern uns die Elemente eines weit verbreiteten Gewebes, des Knorpels (Fig. 72).



Fig. 72. Schema dreier Knorpelzellen mit Kapseln. *a* Kerne, *b* die Zellenkörper, *c* die Zellenkapseln.

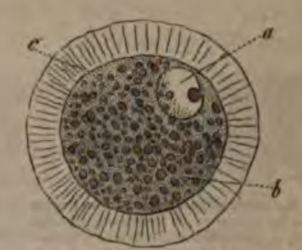


Fig. 73. Das Ei des Maulwurfs (Kopie nach *Leydig*). *a* Kern, *b* Zellenkörper, *c* verdickte, von Porenkanälen durchzogene Kapsel.

Die eigentliche Knorpelzelle (*b*) besteht aus einem Kern (*a*), umschlossen von hellem kontraktilem Protoplasma. Letzteres bildet an der Oberfläche eine chemisch differente Hülle, die anfangs dünn und fein an ihrer Innenfläche neue Substanzablagerungen erhält und so an Stärke zunimmt, bis sie zuletzt eine bedeutende Mächtigkeit erlangt (*c*). Als optischen Ausdruck der sukzessiven Schichtbildung erkennt man nicht selten ein deutliches konzentrisches Gefüge der Kapsel. Instruktiv sind ferner Bilder, wo durch Wassereinwirkung der Zellenkörper von der Hülle sich schrumpfend weit entfernt hat (3).

Vielleicht die gleiche Bedeutung kommt der dicken und derben Hülle zu, welche, unter dem Namen des Chorion bekannt, die primitive Eizelle umschliesst (Fig. 73). Hier hat man in neuerer Zeit eine eigenthümliche Textur wahrgenommen, radienartige sehr feine Linien, welche der optische Ausdruck höchst zarter Gänge oder Kanäle, der sogenannten Porenkanäle, sind (*Leydig*). Letztere, auch an der Pflanzenzelle vorkommend, greifen wohl unzweifelhaft in das Zellenleben tief ein.

Diesen vollständigen, die ganze Zelle umgebenden Kapselbildungen wollen wir andere Formationen, welche nur partiell und zwar an der freien Oberfläche von Epithelien vorkommen, anreihen. Es gehören hierher beim Säugethier die Zylinderepithelien des Dünndarmes mit einer Bildung sehr zierlicher Porenkanäle, welche vor längeren Jahren unabhängig von einander *Funke* und *Koelliker*[3]) fast gleichzeitig entdeckt haben.

Schon seit langem wusste man nämlich, dass ein glasheller Saum die freien Oberflächen des Zylinderepithelium der Dünndärme überzieht. Man hielt ihn aber früher für den optischen Ausdruck der verdickten Zellenmembran. Gegenwärtig kann kein Zweifel mehr herrschen, dass derselbe ein an der Aussenfläche der Zelle gelegenes Ding darstellt. In der Regel treten die feinen Streifen oder Porenkanälchen deutlich hervor (Fig. 74 *a*. Fig. 75 *b*); ebenso sieht man bei Betrachtung der Zellen von oben eine feine Punktirung (Fig. 74 *b*). Zuweilen vermisst man jedoch im Saume die Streifung gänzlich oder erkennt sie nur sehr undeutlich. Durch Druck, Wassereinwirkung kann der glashelle Saum von der Zellenoberfläche entfernt werden, sei es als zusammenhängender Streifen (Fig. 74 *a*. Fig. 75 *a*.) oder jeder Zelle besonders anhängend (Fig. 75 *c*—*f*.). Durch Wassereinwirkung, durch schwache Kompression zerspaltet sich sehr leicht die aus einem zarten, zersetzlichen Eiweissstoffe bestehende Saummasse in einzelne stäbchenartige Stücke,

welche unseren Zylinderepithelien eine grosse Aehnlichkeit mit Flimmer- oder Wimperzellen verleihen können [4]).



Fig. 74. Zylinderepithelien aus dem Dünndarm des Kaninchens. *a* Seitenansicht der Zelle mit dem verdickten, etwas abgehobenen, von Porenkanälchen durchzogenen Saume; *b* die Ansicht der Zellen von oben, wobei die Mündungen der Porenkanäle als Pünktchen auftreten.

Fig. 75. Dieselben Zellen; bei *a* der Saum durch Wasser und leichten Druck abgehoben; bei *b* die Ansicht in natürlichem Zustande; bei *c* ein Theil des verdickten Saumes zerstört; bei *d e f* löst sich durch längere Wassereinwirkung derselbe in einzelne stäbchen- oder prismenförmige Stücke auf.

Anmerkung. 1) Man vergl. die höchst interessante Arbeit des genannten Verfassers in den Würzburger Verhandlungen Bd. 8, S. 37. — 2) *Remak* (*Müller*'s Archiv 1852, S. 63) versuchte als der Erste, die bekannte Lehre der Botaniker von dem Vorkommen einer doppelten Zellenmembran, einer inneren, dem Primordialschlauche, und einer äusseren, der Cellulosenhaut, auf Knorpel- und andere thierische Zellen zu übertragen. — Gegenwärtig ist der *Mohl*'sche Primordialschlauch als eine vom pflanzlichen Protoplasma verschiedene Membran von manchen Forschern (*Pringsheim*, *Schacht*) in Abrede gestellt worden und wohl mit Recht. — 3) *Funke* veröffentlichte seine Arbeit in *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift Bd. 7, S. 315, *Koelliker* seine viel ausgedehnteren und gründlicheren Beobachtungen in den Würzburger Verhandlungen Bd. 6, S. 253. — 4) Das betreffende Strukturverhältniss hat zahlreiche Bearbeitungen erfahren. Mit der im Texte gegebenen Darstellung sind *Brücke*, *Brettauer* und *Steinach* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 23, S. 303) nicht in Uebereinstimmung. Man vergl. ferner *Welcker* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift N. F. Bd. 8, S. 232; *Wiegandt*, Untersuchungen über das Dünndarmepithelium und dessen Verhältniss zum Schleimhautstroma. Dorpat 1860. Diss.; *Coloman Balogh* in *Moleschott*'s Untersuchungen Bd. 7; *Wiehen* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift. 3. R. Bd. 14, S. 203. — Auch die Epithelzellen der Gallenwege zeigen ähnliche Säume, wie *Virchow* (in s. Archiv Bd. 11, S. 574) fand. Eine noch viel weitere Verbreitung jener Säume behauptet *Wiehen*.

§ 53.

Das zuletzt erwähnte Auftreten des Zellensaumes an der freien Oberfläche der Zylinderepithelien musste wohl jeden Zweifel entfernen, dass jene Schicht von der Zelle selbst geliefert wurde und nicht auf die Zellenmembran von der Umgebung her etwa aufgelagert war.

Weniger sicher hinsichtlich ihres Ursprungs müssen andere geformte Bildungen erscheinen, welche einmal unterhalb gewisser Zellen und dann an der Aussenfläche ganzer Zellenhaufen vorkommen und in letzterem Falle mit zusammenhängenden Lagen Kapseln, Säcke, Blindschläuche, Röhren und anderes mehr herstellen; Gebilde, welche alle in ihrem strukturlosen, glasartigen Ansehen und meistens durch eine schwer lösliche, dem elastischen Stoff bald weniger, bald mehr verwandte und zuletzt fast identisch gewordene Materie übereinkommen.

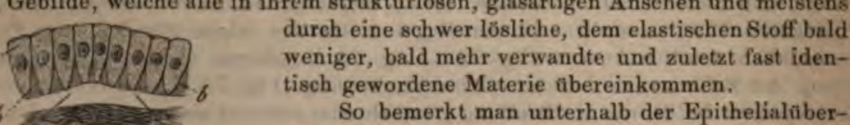




Fig. 76. Schema einer von Zylinderzellen bekleideten Schleimhaut. *a* die Zellen; *b b* Zwischensubstanz zwischen ihren unteren Theilen; *c c* glashelle Schicht; *d* das faserige Schleimhautgewebe.

So bemerkt man unterhalb der Epithelialüberzüge, welche verschiedene Schleimhäute des Körpers überkleiden, vielfach in wechselnder Schärfe und Deutlichkeit eine glashelle Schicht (Fig. 76 *c c*), die sogenannte intermediäre Haut *Henle*'s [1]) oder die *Basement membrane* der englischen Forscher [*Todd*

und *Bowman*[2])]. In ähnlicher Weise erscheinen unter dem Epithelium, welches die vordere und hintere Wand der Hornhaut des Auges bedeckt, glashelle Schichten.

Diese glasartigen subepithelialen Lagen haben unserer Meinung nach nichts mit den Zellen dieses Gewebes zu thun; sie sind vielmehr modifizirte Grenzschichten des Bindegewebes der Mukosa und Cornea.



Fig. 77. Dickdarmdrüsen des Kaninchens, ein Schlauch mit Zellen; vier Drüsen, bei welchen die *Membrana propria* von Zellen frei übrig geblieben ist.



Fig. 78. Dickdarmschläuche des Meerschweinchens. Bei *a* eine Drüse mit stellenweise hervortretender *Membrana propria*; bei *b* entweicht der Inhalt durch einen Riss der ersteren Haut.

Wie so eben bemerkt, kommen um Zellengruppen äusserlich homogene Schichten vor, welche namentlich an drüsigen Gebilden die sogenannte *Membrana propria* herstellen, d. h. eine glashelle, die Drüse umgebende und die Form der Theile wie des Ganzen bestimmende Haut, und hierdurch von grosser Bedeutung werden. So sehen wir derartige Häute in Form eines langen schmalen Blindsackes (Fig. 77 und 78 *a*), die grosse Schaar schlauchförmiger Drüsen bilden, während aus der Zusammenfügung kleiner und, bald kürzerer, bald längerer und weithalsigen Flaschen gleichender Säckchen die nicht minder verbreitete Gruppe der traubenförmigen Drüsen aufgebaut wird (Fig. 79). Indessen auch um embryonale Zellenhaufen, welche zu bestimmten Gebilden sich später umwandeln, bemerkt man derartige Umhüllungen einer glashellen Haut, so z. B. an der ersten Anlage der menschlichen Haare, wie sie von *Koelliker* beobachtet worden ist (Fig. 80).



Fig. 79. Eine traubige Drüse (*Brunner*'sche) des Menschen mit den Beutelchen der *Membrana propria*.

Man hat hier die Entstehung der homogenen Haut durch Festwerden eines Zellensekretes angenommen, wobei die Trennung der glashellen Hülle von den sie erzeugenden Zellen und der Umstand, dass die Hülle die Zellen, welchen sie ihren Ursprung verdankt, lange Zeit überdauert, von untergeordneter Bedeutung erscheinen müssen, während man allerdings nicht recht einsieht, warum bei einem Haufen gleichartiger Zellen nur denen der Aussenfläche, nicht aber auch denjenigen des Innern die Fähigkeit einer derartigen Abscheidung zukommen soll. Genauere Beobachtungen lehren indessen auch hier, dass man es nur mit einer modifizirten Grenzschicht des

faserigen Hautgewebes zu thun hat. Ist jene Lage auch an den meisten drüsigen Organen zu einer solchen Selbstständigkeit gelangt, dass sie die Isolirung gestattet, so finden sich andere Drüsen, welchen eine solche abtrennbare *Membrana propria* fehlt, und wo der Zellenhaufen in einer Grube des Schleimhautgewebes eingegraben liegt, begrenzt von homogener, wasserheller Bindesubstanz.

Die eben behandelten Vorkommnisse führen uns zu einer Lehre der Histologie, welche von *Schwann* herrührend auf den Entwicklungsgang unserer Disziplin den grössten Einfluss geübt und die Vorstellungen über Zellenbildung lange Zeit bestimmt hat, auf den Lehrsatz nämlich vom Cytoblastem oder der Grundsubstanz, einer Masse, welche, wenn sie zwischen zelligen Gewebeelementen vorkommt, die Benennung der Interzellularsubstanz erhalten hat.



Fig. 80. Haaranlage eines menschlichen Embryo von 16 Wochen. *a b* Oberhautschichten, *m m* Zellen der Haaranlage, *i* glashelle sie überkleidende Hülle.



Fig. 81. Einfache Plattenepithelien; *a* einer serösen Membran, *b* der Gefässe.

Untersuchen wir nämlich aus Zellen bestehende Theile des Körpers, so treffen wir vielfach jene so dicht aneinander gedrängt, dass Zelle unmittelbar an Zelle grenzt und von einer dazwischen befindlichen, die Zellen zusammenhaltenden Substanz, für welche sich der Name des Gewebekitts empfiehlt, zunächst nichts bemerkt werden kann. So sehen wir es beispielsweise an manchen Epithelien, z. B. den plattenartigen, welche die Oberfläche der serösen Säcke und die Innenseite der Gefässe überkleiden (Fig. 81).

Andererseits begegnen wir Zellenlagen, wo zwischen den einzelnen unsrer Gebilde ein Bindemittel in Gestalt einer Zwischensubstanz, wenn auch nur in geringer Mächtigkeit hervortritt; so z. B. an den schon früher erwähnten Zylinderzellen (Fig. 82).



Fig. 82. Zylinderzellen mit Zwischensubstanz *b b*.



Fig. 83. Knorpelzellen in sehr verschiedenen Gestalten mit homogener Interzellularsubstanz; schematische Darstellung.



Fig. 84. Fasernetzknorpel aus dem Kehldeckel des Menschen.

Rücken dagegen die Zellen eines einfachen Gewebes weiter auseinander, so gewinnt die Zwischensubstanz eine grössere und grössere Mächtigkeit und beginnt die Konsistenz des ganzen Gewebes zu bestimmen. Ein höchst auffallendes Beispiel bietet uns in dieser Hinsicht das Knorpelgewebe dar (Fig. 83).

Die Zwischenmasse erscheint übrigens, was ihr Ansehen betrifft, vielfach ver-

schieden, womit auch Differenzen der Mischung Hand in Hand gehen. So trifft man sie — und dieses ist allerdings das häufigste Ansehen — ganz wasserhell, ohne Körnchen etc., z. B. zwischen den Epithelien. In manchen Arten der Knorpel erhält sie eine milchglasartige Trübung. Andere dieser Theile zeigen uns die Interzellularmasse fein gestreift, sei es über geringere oder grössere Strecken.

Ein sehr eigenthümliches Bild gewähren uns endlich Knorpel einer dritten Art, die sogenannten Netzknorpel, bei welchen aus der Interzellularmasse ein Filzwerk unregelmässig sich kreuzender Balken und Fasern auftritt (Fig. 84).

In chemischer Hinsicht erscheint die Zwischensubstanz als eine Eiweisstoffe in Lösung haltende Flüssigkeit (Blut, Lymphe), als Gallerte gequollener Proteinkörper (manche fötale Gewebe), als geronnene umgewandelte eiweissartige Substanz (Epidermiszellen, Nagelzellen), als leimgebendes Gewebe, wie Chondrin (in bleibenden Knorpeln), oder als elastischer Stoff (in Netzknorpeln).

Schwann hatte die Interzellularmasse als das Primäre betrachtet und in ihr erst die nachträgliche Entstehung der Zellen angenommen, eine Auffassung, welcher lange Zeit hindurch der grösste Theil der Histologen huldigte. Da indessen in frühester Embryonalzeit zwischen den Bildungszellen werdender Gewebe eine derartige Grundsubstanz nicht vorkommt, muss der Gedanke (namentlich bei dem jetzigen Zustande der Wissenschaft) sich aufdrängen, ob nicht die Interzellularsubstanz überhaupt als ein von den Zellen geliefertes Abscheidungsprodukt oder als die umgewandelten peripherischen Theile der Zellenkörper aufzufassen sei, wobei selbstverständlich die von einer jeden Zelle gelieferten Beiträge zur gemeinschaftlichen Masse zusammengeflossen wären.



Fig. 85. Schildknorpel des Schweins nach Behandlung mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure.

In der That gewinnt man an Knorpeln Ansichten, welche kaum eine andere Erklärung zulassen. So bemerkt man nicht selten, dass die peripherischen, wie Höfe die Knorpelzellen umgebenden Kapselschichten vielfach ohne Abgrenzung in die angrenzende Interzellularsubstanz sich verlieren. Bei weitem wichtiger aber sind andere Bilder, welche durch Behandlung von Knorpelschnitten mit gewissen Reagentien gewonnen werden (Fig. 85). Hier ist dann die scheinbar homogene Zwischensubstanz unserer Fig. 83 in dicke Kapselsysteme zerlegt, welche die einzelnen Knorpelzellen oder Zellengruppen umgeben und an ihrer Oberfläche sich vollständig berühren [3]). Wir kommen darauf später zurück.

Rechnet man Blut, Lymphe, Chylus zu den Geweben des Körpers — und man kann es rechtfertigen —, so ist deren flüssige Interzellularsubstanz mit Sicherheit anderer Herkunft, d. h. nicht von den Zellen geliefert. Die zelligen Elemente der Lymphe sind vielmehr theils aktiv aus den Lymphknoten ausgewandert, theils durch den Flüssigkeitsstrom abgeschwemmt, wir möchten sagen ebenso wie ein Strom Stücke des Ufers abzuspülen und weiter zu führen vermag.

Anmerkung. 1) *Henle*, Allgemeine Anatomie S. 1009 und 1010. — 2) *Physiol. Anatomy. Vol. I, p.* 47 *and* 130. — 3) Man vergl. *Fürstenberg* in *Müller*'s Archiv 1857, S. 1; *Heidenhain* in den Studien des physiologischen Institutes zu Breslau, zweites Heft. Leipzig 1863, S. 1; auch *M. Schultze* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1861, S. 13, sowie die Dissertation von *A. Broder*, Ein Beitrag zur Histologie des Knorpels. Zürich 1865.

§ 54.

In einem der früheren §§ wurde die Frage behandelt, in wiefern das Wachsthum der Theile mit einer einfachen Vergrösserung vorhandener Zellen zusammenfällt und wie weit das wachsende Organ nicht allein grössere, sondern auch zahlreichere zellige Elemente aufzuweisen hat. Letzteres ergab sich als Regel: zellige

Theile, welche an Masse zunehmen, zeigen gewöhnlich eine Vermehrung der Zellen. Ebenso ist die Zelle gleich allen organischen Bildungen vergänglich und nach allem, was wir vermuthen und wissen, wohl stets, wenn auch in weiten Schranken, mit einer Lebensdauer versehen, die bedeutend hinter derjenigen des Organismus zurückbleibt und manchmal, mit letzterer verglichen, verschwindend klein genannt werden kann. Selbstverständlich muss darum unseren Zellen entweder die Fähigkeit der Vermehrung, der Bildung ihres Gleichen, der Erzeugung einer Nachkommenschaft zukommen — oder unabhängig von vorhandenen entstehen mit einer Art von Urzeugung in den Geweben Generationen neuer Zellen.

Dass nun wirklich thierische Zellen die erstere Fähigkeit besitzen, lehren zunächst die Theilungsvorgänge, welche man nach dem Vorgange *Remak's* schon seit längeren Jahren an Zellen vereinzelt kannte, bis sie in neuerer Zeit häufiger und häufiger angetroffen worden sind.

Theilungen der Zelle scheinen stets an ein kontraktiles Protoplasma gebunden und unserem Gebilde, sobald einmal der Zellenkörper in andere Substanzen umgewandelt, unmöglich geworden zu sein. Es handelt sich hier also wesentlich um ein Lebensphänomen der jugendlichen Zelle. Der Theilungsprozess kommt einmal an Zellen vor, welche membranlos sind, dann an andern, die von Membranen und Kapseln umschlossen werden. Hiernach erfährt der Vorgang gewisse Modifikationen. Bei der Theilung membranloser Zellen wird das ganze Gebilde durchgeschnürt, bei derjenigen von Zellen mit Membranen oder Kapseln bleiben diese Theile unverändert und starr über der sich darunter theilenden Zelle. Man bezeichnet letzteren Vorgang mit dem Namen der endogenen Vermehrung oder Zellenbildung.



Fig. 86. Blutkörperchen junger Hirschembryonen; bei *a a a* die meist kuglichen Zellen; *b*–*f* Theilungsprozess derselben.

1) Die Theilung hüllenloser Zellen oder, wie man sie auch nennen kann, die freie Zellentheilung lässt sich schön und scharf an den farbigen Blutkörperchen junger Säugethier- und Vogelembryonen verfolgen. Bei ersteren (Fig. 86) zeigt uns die meistens rundliche Blutzelle einen kugligen Kern (*a*), welcher, wenn es zur Vermehrung geht, oval wird, um bald eine leichte quere Einschnürung erkennen zu lassen, wobei die ganze Zelle die rundliche Form gegen eine ovale vertauscht (*b*). Diese an dem Kern auftretende Querfurche schneidet tiefer und tiefer ein, so dass hierdurch der Nukleus endlich in zwei Stücke zerfällt (*c*), welche anfänglich, ihren Ursprung verrathend, noch dicht beisammen liegen, später aber sich weiter von einander entfernen (*d*). Jetzt beginnt, bald mehr regelmässig, bald anfänglich nur an der einen Seite, auch der Zellenkörper die gleiche Einschnürung zu erleiden, welche in ihrem weitern Fortschritt die Zelle zu einem doppelbrodartigen Ansehen (*e*) überführt. Später sind die beiden Zellenhälften nur noch durch eine schmale Brücke verbindender Substanz zusammenhängend (*f*), die schliesslich die vollkommene Durchschnürung erleidet, so dass mithin eine Zelle in zwei zerfallen ist. Letztere erlangen durch nachträgliches Wachsthum bald das typische Ausmaass. Bei Hühnerembryonen, einem leichter zu beschaffenden Beobachtungsobjekte, sieht man deutlich im Kern der Blutzellen den Nukleolus den Theilungsprozess zuerst durchlaufen [1]. Mit Unrecht hat man später den Vorgang für das embryonale Blut in Abrede stellen wollen [*Billroth* [2]].


Fig. 87. Eine Furchungszelle des Frosches in der Dreitheilung (nach *Remak*).

Nicht immer jedoch verläuft der Theilungsprozess hüllenloser Zellen mit der Einfachheit des eben benutzten Beispiels. So beschreibt uns *Remak* [3]) einen Theilungsakt beim Frosch, wo die Spaltung der Zelle nicht nach der Zweizahl

erfolgt, wo vielmehr unmittelbar die Theilung drei, vier, sechs Zellen aus einer einzigen hervorgehen lässt. Im Uebrigen verhält sich der Vorgang, was Kern und Körper betrifft, dem einfachen Zerfall der Zelle ganz ähnlich (Fig. 87).

Kernvermehrungen, welchen der Zellenkörper nicht folgt, ergeben die sonderbaren Riesenzellen der Fig. 64 (S. 74).

Anmerkung: 1) Ueber die Theilung der Blutzellen vergl. man die angeführte Schrift von *Remak*. S. 22. Tab. III. Fig. 37 (Hühnerembryo), sowie dessen Aufsatz in *Müller*'s Archiv 1858, S. 178; ferner *Koelliker* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift. Bd. 4, S. 112 und *Fahrner*, *De globulorum sanguinis in mammalium embryonibus atque adultis origine. Turici* 1845. *Diss.* — 2) Vergl. dessen Untersuchungen über die Entwicklung der Blutgefässe. Berlin 1856, S. 7. — 3) Man vergl. dessen Werk über Entwicklungsgeschichte. — Farbige Blutzellen mit komplizirterer Theilung, mit vier Kernen z. B., sind mir bisher weder bei Früchten von Säugern noch Vögeln mit Sicherheit vorgekommen; doch sah sie *Remak*.

§ 55.

2) Gehen wir jetzt zur Theilung membranführender und umkapselter Zellen über, so liefern uns für diesen Vorgang die zelligen Elemente des Knorpelgewebes ein Beispiel. Die endogene Vermehrung der Knorpelzellen läuft indessen keineswegs immer mit der Einfachheit des vorigen Theilungsaktes ab und ist ein Vorgang, dessen Einzelheiten wir leider noch nicht vollständig kennen, so dass die nachfolgende Darstellung Manches hypothetisch ergänzen muss (Fig. 88).

Der Kern der hüllenlosen, aber mit sekundärer Kapsel *b* bekleideten Zelle zeigt anfänglich einen einfachen Nukleolus (1). Dieser wird, wenn die Vermehrungsvorgänge anheben, doppelt (2), worauf der Kern eine Querfurche unterscheiden lässt (3). Letztere führt darauf die Trennung des Nukleus in zwei Theile herbei (4), die auseinander treten und nun eine Einfurchung oder Einschnürung des Zellenkörpers einleiten (5). Diese greift tiefer (6), so dass endlich innerhalb der ganz passiv sich verhaltenden Kapsel zwei getrennte Zellen (7) die Folge sind. Man nennt letztere Tochterzellen, während die ursprüngliche Zelle oder, genauer gesagt, deren Kapselmembran den unpassenden Namen der Mutterzelle empfangen hat.

Ist die angeführte Darstellung richtig [1]), so liegt das Unterscheidende gegenüber der bei 1) besprochenen einfachen Theilung nur in der Gegenwart der Kapsel, so dass ein Blutkörperchen des Säugethierembryo, welchem wir eine solche Hülle hinzugefügt dächten, genau das Theilungsschema der Knorpelzelle wiedergeben würde.

Indessen die Vermehrung der Knorpelzelle bleibt hierbei keineswegs immer stehen. Die beiden sogenannten Tochterzellen können auf's Neue den gleichen Theilungsprozess wiederholen, so dass die Knorpelkapsel nunmehr vier Tochterzellen umschliesst (8), bei welchen nachträgliche Kapselproduktionen erfolgen (*e*). Der Vorgang sich weiter wiederholend kann schliesslich ganze Generationen neuer Zellen in gemeinschaftlicher Kapsel herbeiführen (9).

Indem diese Kapsel der Mutterzelle mit der umgebenden Zwischensubstanz zur gemeinschaftlichen Masse zusammenfliesst, vermögen die Tochterzellen schliesslich frei in der Grundmasse zu liegen. Wir sind berechtigt,



Fig. 88. Schema sich theilender eingekapselter Knorpelzellen. *a* Zellenkörper, *b* Kapseln, *c* Kerne, *d* endogene Zellen, *e* nachträgliche Kapselbildungen derselben.

einem Theil der Knorpelzellen, die nach dem obigen Schema sich vermehrt haben, dieses scheinbare Freiwerden zuzuschreiben. Andererseits bleiben viele der Tochterzellen beständig in jener Mutterzellenkapsel eingeschlossen.



Fig. 89. Theilung des Säugethiereies, halbschematisch. 1. Die Dottermasse in zwei, 2 in vier Kugeln (Zellen) mit Kernen zerfallen. Bei 3 eine grosse Zahl gekernter Kugeln. 4. *a b*. Einzelne Kugeln.

Eine ähnliche Zellentheilung von grösster anatomischer und physiologischer Bedeutung bietet uns das befruchtete Ei mit der sogenannten Dotterfurchung dar (Fig. 89). Leider ist diese gerade beim Säugethier noch nicht in irgendwie befriedigender Weise gekannt. Der ursprüngliche Kern des Eies (das sogenannte Keimbläschen) scheint anfänglich zu verschwinden. Dann bemerkt man zwei helle Stellen, zwei neue Kerne und um jeden den halben Zellenkörper oder die halbe Dottermasse, wie man sich hier ausdrückt, zusammengeballt (1). Durch weitere Theilungen entstehen ebenfalls getrennt aus diesen beiden sogenannten Furchungszellen vier (2), aus diesen acht, und so fort, bis endlich in Folge fortgehender Theilungen die Eikapsel eine grosse Zahl kleiner kernhaltiger Zellen umschliesst (3, 4). Aus letzterem Zellenhaufen erfolgt die erste Anlage des embryonalen Leibes; aus ihm gehen alle übrigen normalen wie pathologischen Formelemente hervor; jene Zellen sind die wichtigsten und zukunftreichsten des ganzen Organismus [2].

Diese Zellenvermehrung zeigt uns das Ei in weitester Verbreitung durch die Thierwelt [3]. Besonders lehrreich sind Beobachtungen, welche man bei manchen Gruppen niederer Thiere zu machen im Stande war, wo einmal der ursprüngliche Zellenkern des Eies bleibt und dann die Theilungsphänomene der späteren aus ihm hervorgegangenen und mit deutlichen Nukleolis versehenen Kerne in grösster Schärfe verfolgt werden können [4]. Es steht zu hoffen, dass erneute Untersuchungen auch für das Säugethierei zu ähnlichem Resultate führen und so den Vorgang der Dottertheilung von manchen Widersprüchen und Verschiedenheiten befreien werden, welche zur Stunde in unbehaglicher Weise das theoretische Verständniss erschweren [5].

Eine genügende Erklärung der Zellentheilungen, wenn es sich um den Mechanismus des Prozesses handelt, vermag die Wissenschaft noch nicht zu geben. Doch unterliegt es gegenwärtig keinem Zweifel mehr, dass die vitale Kontraktilität des Zellenkörpers hier die wesentliche Rolle spielt. Es sind eben nur junge, d. h. Protoplasma führende Zellen, welche uns den genannten Vermehrungsprozess darbieten. Würde die Theilung immer Kern und Zellenkörper gleichmässig ergreifen, so könnte man jenen einfach passiv durch das Protoplasma eingeschnürt und getrennt sich vorstellen. Dem aber widersprechen Vorkommnisse, wo der Nukleolus im noch einfachen Kern ein doppelter geworden ist oder wo zwei Kerne räumlich getrennt im noch unveränderten Zellenkörper zu erkennen sind (Fig. 86 *c*) [6].

Von Wichtigkeit — worauf manche Beobachtungen deuten — ist der Umstand, dass jener ganze Theilungsprozess sehr rasch, d. h. schon in dem Zeitraum weniger Minuten ablaufen kann und wohl meistens auch abläuft. Die enorme Menge neugebildeter Zellen, welcher wir nicht selten, namentlich bei pathologischen Bildungsprozessen nach kurzer Zeit begegnen können, wird somit begreiflich. Ebenso erklärt es sich, dass man noch im Theilungsakte begriffenen Zellen

auch bei regster Plastik eines Organes verhältnissmässig selten begegnet, wenn man in üblicher Weise das abgestorbene Gewebe durchmustert.

Anmerkung: 1) Die sogenannte endogene Zellenvermehrung bietet im Uebrigen noch manche dunkle und räthselhafte Seite dar. Eine endogene Theilung, nicht durch Einfaltung der primären Zellenhülle, sondern durch das einfache Einwachsen einer Scheidewand beobachtete für den Knorpel der *Neritina*, einer Schnecke, *Claparède* (*Müller*'s Archiv 1857, S. 159.) — 2) Man vergl. hierzu § 68. — 3) Es würde die Grenzen dieser Arbeit weit überschreiten, auf die Zellentheilung des Eies näher einzutreten. Nur so viel sei hier bemerkt, dass der Prozess der Dottertheilung in grösster Verbreitung durch die Thierreihe angetroffen ist und als ein zweifacher, eine totale Theilung, wie die oben beschriebene des Säugethiers sie zeigte, und eine partielle erscheint, wobei ein Theil der Dottermasse oder des Zelleninhaltes an dem Theilungsakte keinen Antheil nimmt. — 4) Sehr günstige Objekte bieten gewisse Helmintheneier dar, z. B. manche Ascaris- und Strongylusarten. Man vergl. *Bugge, De evolutione Strongyli auricularis et Ascaridis acuminatae. Erlangen* 1841, *Diss.* und *Koelliker* in *Müller*'s Archiv 1843, S. 68. — Auch bei den Tardigraden ist die Theilung der Kerne sehr schön zu unterscheiden, wie ich mit *Kaufmann* sah. Vergl. *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift, Bd. 3, S. 220, Taf. 6. — Eine Art endogener Kerntheilung, wie sie *Koelliker* annimmt, habe ich niemals gefunden und halte sie für einen Irrthum. Man vergl. auch hierzu eine Stelle von *Remak* a. a. O. S. 139. — 5) Hierher gehört namentlich eine noch unaufgeklärte Frage. Die früheren Beobachter hatten für die verschiedensten Thiere angenommen, dass der erste Schritt zu einer weiteren Umänderung des Eies das Schwinden des Keimbläschens sei, so dass die sogenannte Dottertheilung mit einer Neubildung eines Kerns, der alsdann in zwei zerfiele, verbunden sein müsste. In neuerer Zeit hat man zunächst bei niederen Thieren Fälle von Persistenz des Zellenkernes, d. h. des Keimbläschens kennen gelernt. Es unterliegt keinem Zweifel, dass in letzterer Weise der Theilungsprozess des Eies allein seine volle Verständlichkeit findet, und es steht zu hoffen, dass die Zukunft dies Bleiben des ursprünglichen Kernes als allgemeine Erscheinung zeigen werde, da sonst hier statt einer Kerntheilung eine Urzeugung des Nukleus angenommen werden müsste, eine Vorstellung, welche zu unserm gegenwärtigen histologischen Wissen nicht mehr recht passen will. — 6) Indessen bedürfen diese in früherer Zeit und ohne die nothwendigen Kautelen angestellten Beobachtungen bei der grossen Veränderlichkeit des Protoplasma einer Revision.

§ 56.

Es entsteht nun die Frage: ist in den beiderlei geschilderten Theilungsprozessen thierischer Zellen der ganze Vermehrungsakt unserer Elementartheile enthalten oder vermag noch auf anderen Wegen die Zelle ihres Gleichen zu bilden?

Eine Art von knospenförmiger Vermehrung des Kernes kennt man von verschiedenen, sowohl normalen als pathologischen Zellen. So fand sie *Koelliker* [1]) vor Jahren an grossen farblosen Zellen aus der Milz junger Säugethiere (Fig. 90). Diese lassen häufig ihre Kerne zu 3 bis 5 und mehr zusammenhängend erkennen, so dass eine eigenthümliche Modifikation des Theilungsprozesses des Nukleus hier vorliegt. Auch ich habe Aehnliches an veränderten Zylinderepithelien aus dem Dünndarm des Kaninchens beobachtet (Fig. 92. 3).



Fig. 90. Farblose Blutzellen aus der Milz einer jungen Katze.

Knospenartige Vermehrungen ganzer Zellen aus dem Leib des Menschen und der höheren Thiere kennt man zur Zeit noch nicht[2]).

Man glaubte in den letzteren Jahren freilich noch einen merkwürdigen anderen Zellenbildungsprozess beobachtet zu haben, wo das Protoplasma der ursprünglichen Zelle sich zu neuen Zellen einzeln oder in Mehrzahl umwandelt, welche einen andern Charakter tragen, als der Zellenkörper aus dem sie hervorgegangen sind.

In dieser Art sollten bei entzündlichen Reizungszuständen aus dem Innern der verschiedenen Epithelialzellen des menschlichen Leibes die Eiterkörperchen hervorgehen [*Remak*, *Buhl*, *Eberth* [3]) u. A.].

Unsere Zeichnung (Fig. 91) vermag derartige Verhältnisse zu versinnlichen.

Die gewöhnliche Zylinderzelle (*a*) kann 2 (*b*) oder 4 Eiterkörperchen (*c*) beherbergen, wobei der gewöhnliche Zellenkern sichtbar bleibt. Ebenso wird man der-



Fig. 91. Angebliche Bildung von Eiterkörperchen im Innern von Epithelialzellen aus dem menschlichen und Säugethierkörper, *a* Einfache Zylinderzelle des Gallengangs vom Menschen; *b* eine solche mit 2 Eiterzellen, *c* mit 4 und *d* mit vielen dieser Inhaltszellen; *e* die letzteren isolirt; *f* eine Flimmerzelle aus den menschlichen Athemwerkzeugen mit einem und *g* eine Plattenepithelzelle aus der menschlichen Harnblase mit reichlichen Eiterkörperchen.



Fig. 92. Psorospermien in den Zylinderzellen des Dünndarms vom Kaninchen; 1 einfache Epithelzelle; 2 und 3 Kernvermehrung; 4 und 5 Zylinder mit einfachen Psorospermzellen; 6 mit zweien; 7 mit grösserem Inhaltskörper; 8 mit zweien ohne Zellenkern; 9 Theilung eines Inhaltskörpers; 10 und 11 Zellen mit fertigen Psorospermien. (Letztere mit *b*, die Zellenkerne mit *a* bezeichnet.)

artige Zellen mit einem grösseren Gehalte an Eiterkörperchen antreffen, wobei die Gestalt jener Umänderungen erfahren hat (*d*). Freigeworden tragen die früheren Inhaltsgebilde alle Charaktere der Eiterkörperchen (*e*). Aber auch Flimmerzellen, wie sie z. B. auf der Schleimhaut der Athemwerkzeuge vorkommen, können dieselben Eiterzellen im Innern uns darbieten (*f*); ebenso die plattenförmigen Epithelialzellen, z. B. der Harnblase (*g*). Indessen derartige Dinge gestatten eine ganz andere und wohl richtigere Deutung. Die Eiterkörperchen, Elemente deren vitale Kontraktilität feststeht (§ 49) sind von Aussen her in unsere Epithelien eingewandert. Für Zellen krankhafter Geschwülste hat man kürzlich ein derartiges Eindringen anderer Zellen festgestellt [*Steudener* [4])].

Ganz ähnliche Verhältnisse zeigen uns ferner die sogenannten Psorospermien [5]) beim Kaninchen, räthselhafte einzellige Gebilde, welche in den Gallenwegen und dem Darmkanale jenes Thieres häufige Vorkommnisse bilden und für parasitische Organismen gehalten werden (Fig. 92).

Anmerkung: 1) Würzburger Verhandlungen Bd. 7, S. 186. Ueber ähnliche Kernknospung pathologischer Zellen vergl. man *Virchow* in s. Archiv, Bd. 11, S. 89, Taf. 1. Fig. 14 *a*. Verwandte Vorkommnisse bei Insekten hatte schon früher *H. Meckel* (*Müller's* Archiv 1846, S. 33) beobachtet. — 2) Ob sie bei niederen Thieren vorkommen, mag dahin gestellt bleiben. — 3) Die erste Beobachtung rührt von einem hochverdienten Forscher, *Remak*, her (*Virchow's* Archiv Bd. 20, S. 198); *Buhl* in derselben Zeitschrift Bd. 21, S. 480. Taf. 7. Fig. 4 und in den Sitzungsberichten der Münchner Akademie 1863. II. Heft 1, S. 65; *Eberth* in *Virchow's* Archiv Bd. 21, S. 106; *Rindfleisch* a. a. O. S. 486. — 4) *S. Schultze's* Archiv für mikrosk. Anat. Bd. 4, S. 188. — 5) Man vergl. über diese merkwürdigen Psorospermien *Leuckart's* Parasitenwerk. Bd. 1, Leipzig 1863, S. 49 (Note), sowie ferner an Spezialarbeiten *Klebs* in *Virchow's* Archiv Bd. 16, S. 188; *L. Waldenburg* ebendaselbst Bd. 24, S. 149 und Bd. 40, S. 435; *L. Stieda* Bd. 32, S. 132.

§ 57.

Von den verschiedenen in den früheren §§ geschilderten Fortpflanzungs- oder Vermehrungsweisen thierischer Zellen war die sogenannte endogene Zellenbildung

schon seit langem bekannt, wenn gleich sie in ihrem Detail manchfach andere Deutungen erfahren hatte. Erst später gelangte man zur Erkenntniss der Theilung überhaupt, um deren ausgedehnteren Nachweis sich namentlich zwei Forscher, *Remak* und *Virchow*, ersterer auf embryologischem, letzterer auf pathologischem Gebiete, grosse Verdienste erworben haben. Von ihnen ist ein Widerspruch gegen eine Lehre ausgegangen, welche von *Schwann* herrührend lange Zeit hindurch unsere Vorstellungen über Histogenese beherrscht, und diese Opposition gewann bald eine solche Stärke, dass sie die *Schwann*'sche Doktrin verdrängte.

Nach den Annahmen *Schwann*'s nämlich sollten sich die thierischen Zellen frei, d. h. unabhängig von schon existirenden bilden. Es ist, lehrt er, entweder in schon vorhandenen Zellen oder zwischen diesen eine strukturlose Substanz da, der Zelleninhalt oder die Interzellularsubstanz. Diese Masse (oder das Cytoblastem) besitzt nach ihrer chemischen Beschaffenheit und der Stufe ihrer Vitalität in mehr oder weniger hohem Grade die Fähigkeit in sich, die Entstehung neuer Zellen zu veranlassen. — »Die Zellenbildung stellt für die organische Natur dasjenige dar, was für die anorganische die Krystallisation ist«.

Zuerst, lehrt *Schwann*, entsteht im Cytoblasteme ein kleines Körperchen, der Nukleolus, und indem dieser auf umgebende Massentheilchen anziehend wirkt, schlägt sich äusserlich um denselben eine neue Substanzschicht nieder, welche zum Nukleus sich umgestaltet. Um den Nukleus setzt sich in Wiederholung des Prozesses eine zweite Schicht ab, welche von der umgebenden Masse verschieden, anfänglich noch nicht scharf begrenzt ist, später aber es wird. Diese Schicht äusserlich erhärtend bildet Zellensubstanz und Zellenmembran. Anfangs liegt die neugebildete Hülle dem Kerne noch dicht an; die Zellenhöhle und mit ihr die ganze Zelle ist noch klein. Später vergrössert sich die Membran mehr und die Zelle enthält schliesslich ihren spezifischen Inhalt.

Zu dieser Anschauung gesellte sich später noch eine andere, wonach der Kern bei gewissen Zellen zunächst von dem künftigen spezifischen Zelleninhalte umlagert wird und dann erst zuletzt um diesen den Nukleus im Innern beherbergende Masse (die sogenannte Umhüllungskugel) eine Membran erhärtet und die ganze Bildung zur Vollendung bringt.

Jahre lang schienen diese beiden Entstehungsarten thierischer Zellen über allen Zweifel bewiesen zu sein, und nur über die grössere Verbreitung der einen gegenüber der andern herrschten Differenzen der Meinungen. Freie Kerne galten als Beweise der Präexistenz dieses Gebildes, obgleich man auch zugeben musste, dass der Kern durch Zerstörung des Zellenkörpers frei werden konnte. Das Vorkommen von Zellen in Flüssigkeiten, wie der Lymphe, dem Schleim und Eiter, liess sich auf jenem Wege freier Zellenentstehung scheinbar vortrefflich erklären, und Zellenvermehrungen von bereits vorhandenen Zellen, deren Existenz man allerdings nicht läugnen konnte, wurden als Ausnahmefälle angesehen. Allerdings ergab diese »Urzeugung« der thierischen Zelle gegenüber den pflanzlichen, welche nur von schon existirenden Zellen ihren Ursprung nehmen, einen befremdenden Gegensatz zwischen dem Aufbau des pflanzlichen und des thierischen Organismus. Andererseits aber schien die auf *Schwann*'s Arbeiten fussende rasche Entwicklung der pathologischen Gewebelehre auch in diesem Gebiete die theoretischen Anschauungen des genialen Mannes zu bestätigen. Die Organisation der Exsudate, die Bildung von Geschwülsten etc. wurden, im obigen Sinne interpretirt, zu Stützen der freien Zellenentstehung.

Indem *Remak*[1]) in ausgedehnter Weise darthat, dass bei den Embryonen der Wirbelthiere eine freie Zellenbildung nicht vorkommt, sondern alle neuen Zellen nur aus Theilungen schon vorhandener ihren Ursprung nehmen, musste zunächst für den Aufbau des embryonalen Leibes die *Generatio aequivoca* der thierischen Zelle unhaltbar erscheinen. Auch für die pathologischen Gewebeverhältnisse, in weit schwierigerem und unsicherem Gebiete, bemühte sich *Virchow* mit Aufgeben

früherer theoretischer Anschauungen den Beweis zu führen, dass eine Urzeugung der Zelle hier ebenfalls nicht existirt, und er führte diesen Beweis mit vielem Glück und grossem Erfolg. Ebenso ergab bei den zelligen Geweben des gesunden reifen Körpers eine Revision der vorhandenen Untersuchungen den Mangel freier Kerne an Stellen, wo Neubildungen der Zelle vorkommen, in gleicher Weise für membranlose Zellen mit Leichtigkeit eine andere Deutung. Auch die für so sparsame Vorkommnisse ausgegebenen Zellentheilungen kamen, als man einmal ernstlich darnach zu suchen anfing, weit zahlreicher zum Vorschein, als man erwartet hatte.

So trat denn in unsrer Disziplin ein Wendepunkt ein. Die Histologen warfen die elternlose Zellenbildung über Bord und nahmen nur die Entstehung der Zelle von schon vorhandenen derartigen Gebilden fast allgemein an; allerdings, wie man bekennen muss, theilweise in Form eines wissenschaftlichen Glaubenssatzes. Denn an der Hand der Thatsachen lässt sich auch heutigen Tages der Beweis noch nicht führen, dass die spontane Zellenentstehung dem Organismus vollkommen abgehe. Und in der That dürfte der Nachweis, dass mitten in den meist unzugänglichen Geweben des lebenden Körpers eine spontane Zellenbildung nicht vorkommt, kaum jemals zu liefern sein.

Und wirklich möchte man auch jetzt noch, eingedenk des früheren Zustandes unserer Wissenschaft, wo man Dezennien hindurch ziemlich allgemein und mit einer gewissen Leichtfertigkeit der *Schwann*'schen Doktrin anhing, zur Vorsicht mahnen. Drängt auch alles zur Annahme, dass eine Urzeugung der thierischen Zelle nicht vorkommt, so kann es immerhin nicht unverdienstlich unter manchen Gesichtspunkten genannt werden, wenn die ältere Auffassung noch ihre Vertheidiger und die neuere Lehre ihre Angreifer findet. Die Wissenschaft wird hierdurch gezwungen sein, zur Begründung ihres Lehrsatzes nach dem noch so nothwendigen faktischen Materiale sich umzusehen, und die Gewebelehre wird hierdurch nur gewinnen können.

Anmerkung: 1) Vergl. dessen angeführtes Werk, besonders die gute kritische Darstellung der Zellentheorien von S. 164—179, sowie den Aufsatz in *Müller*'s Archiv 1852, S. 74.

§ 58.

Was den Untergang thierischer Zellen betrifft so sehen wir schliesslich unser Gebilde von sehr verschiedenem Geschicke betroffen werden.

Einmal endet die Existenz der Zellen auf rein mechanischem Wege, indem durch Abreibung und Abschilferung dieselben von ihrer Unterlage getrennt werden. So sehen wir die oberflächlichsten schüppchenartigen Zellen der Epidermis unter Verlust ihrer Kerne immer härter und trockener werden; zugleich wird die früher feste Verbindung durch die verkittende Zwischensubstanz eine losere, so dass die Abtrennung der Zellen jetzt leicht erfolgt. Aehnlich verhalten sich auch die oberflächlichsten kernführenden Zellenlagen gewisser geschichteter Schleimhautepithelien, so z. B. derjenigen der Mundhöhle. Auch an mehr oder wirklich einfachen Epithelialüberzügen findet sich eine derartige Abtrennung, wenn gleich nicht in dem Grade, wie man früher angenommen hat. Der Schleim führt somit die abgelösten Epithelien seiner Lokalität.



Fig. 93. Abgestossene Epidermisschichten der menschlichen Haut.

Indessen diese Weise des Zellenunterganges ist die seltenere. Häufig geht die Zelle durch Aenderungen ihrer Konsistenz und Mischung zu Grunde.

Wohl die gewöhnlichste Art ist diejenige der Auflösung des Zellenkörpers und, beim Vorkommen einer Membran, das Platzen derselben, das Freiwerden

des Inhaltes und der schliesslichen Verflüssigung des Kernes, wenn überhaupt ein solcher noch vorhanden war. So nimmt man einen derartigen Untergang für die Blutkörperchen, für die Zellen, welche die Hohlräume der Drüsen auskleiden, für die Zellen, aus welchen die Samenfäden sich entwickeln, an. Digerirt von den schwach alkalischen Flüssigkeiten des Organismus wandelt sich die Substanz der absterbenden Zelle hierbei vielfach in einen dem Schleime gleichen oder ähnlichen Stoff um. Jene Verhältnisse der allmählich der Auflösung anheimfallenden Zelle sind auch noch in einer anderen Hinsicht von Interesse, weil derartige Bilder von den Anhängern der alten Zellentheorie mit Umdrehung der Reihenfolge in ihrem Sinne offenbar vielfach gedeutet wurden.



Fig. 94. Zylinderepithel menschlicher Darmzotten (nach *Schulze*). *b* Normale Zylinderzellen; *a* in Schleimumwandlung begriffene Exemplare.

Zuweilen, wie gerade bei zarterem Epithelium, kommen beiderlei Weisen des Zugrundegehens neben einander vor. So wird von den mit verdickten Säumen versehenen Zylinderzellen des Darmkanals ein Theil unmittelbar abgestossen, während andere mit Auflösung der oberen Partie des Zellenverschlusses und mit Ausfliessen des Zelleninhalts einer vorhergehenden Zersetzung anheimfallen (Fig. 94 *a*).

Eine verwandte Umwandlung des Zellenkörpers ist diejenige in Kolloid, in eine häufig resistentere Masse als Mucin, welche im Gegensatz zum letztern von Essigsäure nicht gefällt wird (s. d.) Es sind namentlich die Bindegewebezellen der *Plexus chorioidei* und die zelligen Elemente der Schilddrüse, welche dieser Untergangsform unterliegen.

Aber auch noch durch anderweitige chemische Umwandlungen möchten wir sagen, fällt die Zelle dem Geschick alles Organischen anheim, wobei oftmals die kommende Auflösung beschleunigt wird. Es sind zweierlei Einlagerungen fremder Massen: zunächst in den Zellenleib, welche die Zellen untauglich machen können, weiter zu existiren, und merkwürdigerweise Einbettungen verbreiteter Substanzen, die bei den Zellen anderer Gewebe den normalen Zelleninhalt bilden, nämlich 1) die Einlagerung von Neutralfetten, wie sie z. B. bei der Bildung des sogenannten gelben Körpers des Eierstocks dem Untergang zahlreicher Zellen des *Graaf*'schen Bläschens bewirkt (Fig. 95 *a*), ebenso in der funktionirenden Milchdrüse den ihrer Drüsenzellen; 2) die Einbettung von Kalksalzen (phosphorsaurer und kohlensaurer Kalkerde) oder die Verkalkung. Letztere treffen wir an den Knorpelzellen mancher Theile häufig. Eingeathmete Moleküle der Kohle können die Epithelialzellen der Lunge dem Untergang entgegentreiben (Fig. 95 *b*) [1].



Fig. 95. Entartungsformen thierischer Zellen. *a* Zellen des *Graaf*'schen Follikels mit Fett erfüllt; *b* Epithelien der Lungenbläschen mit Kohlenmolekülen erfüllt.

Dass im pathologischen Geschehen des Zellenlebens vielfach die gleichen Untergangsweisen, wie beispielsweise der Schleim- und Kolloidmetamorphose, der Fett- und Kalkentartung sich geltend machen, hat die pathologische Gewebelehre zu zeigen; ebenso dass in krankhaften Zuständen noch andere Entartungsformen erscheinen, welche dem normalen Geschehen abgehen, wie z. B. die amyloide Entartung (§ 20), sowie auch die eigenthümliche unter Wasserverlust und Fettentartung erfolgende Zellenverschrumpfung der Tuberkulisirung [2].

Anmerkung: 1) Auch sternförmige Zellen, wenn sie von wahrer Pigmenteinlagerung getroffen werden (d. h. die verästelten Pigmentzellen), wachsen nicht weiter aus, entwickeln sich wohl auch nicht mehr, wie es viele ihrer von Farbekörnchen freien Genossen in der Gestalt gewöhnlicher Bindegewebekörperchen thun. Ueberhaupt sehen wir wohl niemals die pigmentirte, mit Fett erfüllte oder verkalkte Zelle zur Annahme anderer Gestalten, zum Uebergang in neue Gewebe mehr befähigt, zum Beweise, wie derartige Inhaltsmassen dem Zellenleben ungünstige sind. — 2) Wir verweisen hier auf die *Virchow*'sche

Cellularpathologie, sowie auf die Darstellungen von *Förster* im ersten Band der pathologischen Anatomie, 2. Auflage, von *E. Wagner* in seinem und *Uhle*'s Handbuch der allgemeinen Pathologie, 4. Auflage. Leipzig 1868, S. 322—330 und auf *Rindfleisch*'s schönes Buch S. 16.

B. Das Hervorgehen der übrigen Gewebeelemente.

§ 59.

Aus den Zellen und der zwischen ihnen befindlichen Masse findet die Entstehung der übrigen Elementartheile des Thierkörpers statt.

Man vermag nun vorerst keineswegs überall eine scharfe Grenze zwischen Zellen und manchen andern Elementartheilen zu ziehen. Hatte der vorhergehende Abschnitt auch gezeigt, dass ein grosser Theil der verschiedenen Zellen unverändert oder nur mit geringen Modifikationen die Zellennatur von Anfang bis zu Ende bewahrt, so hatten wir schon einige auffallende Umwandlungen der Zellen kennen gelernt, bei denen unser Gebilde in sonderbar abweichender Form auftritt. Es gehören dahin die Faserzellen, welche die glatte Muskulatur bei Mensch und Wirbelthier herstellen, wo die Zelle durch ungleichmässiges Wachsthum zur spindelförmigen Faser wurde, eine Verlängerung, an welcher der Kern ebenfalls einen, wenngleich untergeordneten Antheil genommen hatte. Während bei dieser Verlängerung der Zelle der Nukleus sich ebenfalls betheiligte, vermag bei andern gleichartigen Vergrösserungen jener der Kern die alte ovale Form zu bewahren. So ist es bei den langen glashellen, aus gequollenem Globulin bestehenden Zylindern, welche die Krystalllinse bilden, den Linsenfasern, der Fall.



Fig. 96. Kontraktile Faserzellen.

Andererseits sehen wir mit derartigen exzessiven Verlängerungen thierischer Zellen zu weitern Gewebeelementen Vermehrungsweisen des Nukleus verbunden. Es gehört hierher ein sehr massenhaftes Gewebe, das der quergestreiften Muskulatur.

Die Elemente derselben sind sehr lange zylindrische Fäden (Fig. 97. 1) von verschiedener Dicke, welche umschlossen von einer strukturlosen Scheide (2. *a*) einen Inhalt führen, der in verschiedener Deutlichkeit feine Längsfasern, verbunden mit einer Querstreifung erkennen lässt und in nicht unansehnlichen Entfernungen von einander Kerne (*d*, *d*) mit spärlichen Protoplasmaresten darbietet.

Durch die Arbeiten von *Lebert* und *Remak*[2]) sowie spätere Untersuchungen hat sich die Entstehung dieser Fäden von je einer Zelle herausgestellt.

Beim Frosche (Fig. 98) sind die Bildungszellen derselben die gewöhnlichen, den embryonalen Leib erbauenden, gekernten, mit körnerreichem Protoplasma versehenen Elemente, welche wie anderwärts so auch hier Theilungen (*a*) erkennen lassen. Indem diese Zellen wachsen und der Kern durch Theilung sich vermehrt, entsteht das Bild von Fig. *b*. Später schwinden die dunklen Dotterkörnchen aus der verlängerten Zelle und die charakteristische Querstreifung des Inhaltes beginnt (*c*, *d*, *e*). Schliesslich durch fortgehende Verlängerung der Zelle und andauernde Kernvermehrung, sowie den Eintritt der Längsstreifung kommt das Ansehen von *f* heraus, welches einem ausgebildeten Muskelfaden schon nahe verwandt ist. Die Entstehung der Kerne von Fig. 97. 1 ist hiermit aufgeklärt; dagegen entspricht die strukturlose Scheide (*b*) nicht, wie man früher annahm, einer Zellenmembran, sondern ist eine dem Muskelfaden äusserlich aufgelagerte Bildung.



Fig. 97. 1. Quergestreifter Muskelfaden mit Zerspaltung in Primitivfibrillen *a*, deutlicherer Querstreifung *b* und Längsstreifung bei *c*; *d*, *d* Kerne. 2. Ein Muskelfaden; *b b* durchrissen, mit streckenweise leer hervortretender Scheide *a*. Kopie nach *Bowman*.

Fig. 98. Entwicklungsstufen der Bildungszellen des quergestreiften Muskelfadens vom Frosch nach *Remak*.

Anmerkung: 1) *Müller*'s Archiv 1851, S. 202. — 2) *Lebert* in den *Annales des sciences naturelles* von 1850, p. 205; *Remak* a. a. O. S. 154; *Koelliker*, Gewebelehre, 3. Aufl. S. 201; *M. Schultze* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1861, S. 4, und *F. E. Schulze* ebendaselbst, 1862, S. 385. Man vergl. auch *Billroth* in *Virchow*'s Archiv Bd. 8, S. 440. Tab. 12. und eine frühere Arbeit von *Virchow* Bd. 7, S. 137. Die grosse Verwandtschaft der kontraktilen Faserzellen und der Elemente der quergestreiften Muskulatur tritt hiermit auf das Unverkennbarste hervor, eine Verwandtschaft, für welche auch die vergleichende Histologie noch manche weitere Belege beizubringen vermag.

§ 60.

Die im vorhergehenden § geschilderte Bildungsgeschichte des quergestreiften Muskelfadens machte uns mit einer sehr beträchtlichen Umwandlung der einzelnen Zelle bekannt, wobei aber die letztere noch ihre Individualität bewahrte.

Anders wird es beim Aufbau mancher Gewebe, wo die einzelnen Zellen mehr und mehr mit einander zu verwachsen und zu verschmelzen beginnen, so dass sie schliesslich ihre Selbstständigkeit vollkommen einzubüsen vermögen. Durch derartige Metamorphosenreihen — und sie sind im Thierkörper weit verbreitet und desshalb von höchster Wichtigkeit — können Zellennetze, Röhren, Fasern und dergleichen entstehen. Die betreffenden Vorgänge gestalten sich im Uebrigen sehr manchfach, wie sie denn auch zur Zeit keineswegs noch überall mit hinreichender Sicherheit gekannt sind. Es genüge desshalb hier das Hervorheben einiger Beispiele.

Die feinsten Röhren der Blutbahn, die sogenannten Kapillaren (Fig. 99. *A. a. b* und *B. a*) ergeben sich bei der gewöhnlichen Untersuchung gebildet von einer sehr dünnen wasserhellen Membran, in welcher von Strecke zu Strecke längsovale Kerne eingelagert sind. Bis vor wenigen Jahren nahm man einen solchen Bau auch allgemein als den richtigen an und glaubte die Bildung des Kapillarrohrs in der nachfolgenden Weise erklären zu müssen: Bildungszellen verschmelzen mit einander, die geöffneten Zellenhöhlen stellen die Lichtung des Rohres her, die Zellenmembranen mit den Kernen geben die feine wasserhelle kernführende Haut des Kapillargefässes.

Durch neue Untersuchungen jedoch, durch die übereinstimmenden Beobachtungen von *Hoyer*, *Auerbach*, *Eberth* und *Aeby* [1]) hat sich erst die wahre Beschaffen-

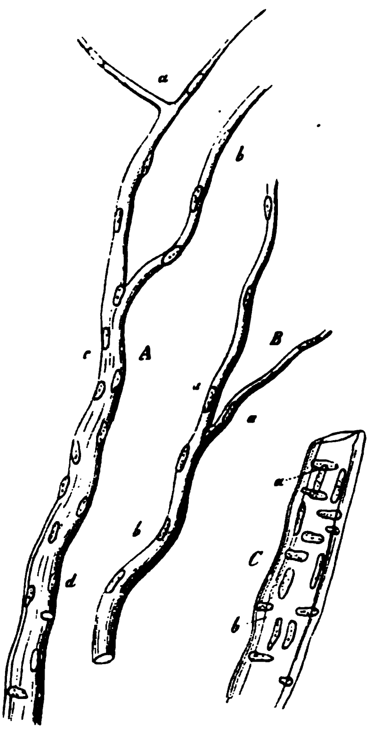


Fig. 99. Feine Blutgefässe aus der Pia mater des Menschen. *A* ein Stämmchen *c*, welches nach oben in zwei feine Haargefässe *ab* endet; *B* ein ähnliches Gefäss mit den Kapillaren *a*; *C* ein stärkeres Stämmchen mit längs- und querstehenden Kernen.



Fig. 100. Haargefässe aus der Lunge des Frosches nach Behandlung mit verdünnter Höllensteinlösung; *a* Kerne; *b* Zellengrenzen.

heit des Haargefässrohres und hierdurch auch die Unhaltbarkeit des früher geglaubten Bildungsganges ergeben.

Durch Behandlung mit sehr verdünnter Höllensteinlösung gelingt es nämlich, die zarte Wand der feinen Gefässröhre in höchst dünne, ansehnliche, mit Lappen und Fortsätzen geendigte, kernführende Bildungszellen aufzulösen (Fig. 100), welche mit ihren Rändern fest verwachsen und nach der Form des Gefässes gekrümmt, die Kapillarwandung herstellen. Erst die Silbereinwirkung hat uns also die Zellengrenzen sichtbar gemacht [2]). Der Hohlgang des Gefässes besteht somit nicht aus verschmolzenen Zellenhöhlen; er ist vielmehr ein Interzellularraum.

Anmerkung: 1) Vergl. *Auerbach* in den Sitzungsber. d. schlesischen Ges. f. vaterl. Kultur 17. Febr. 1865; *Eberth* in der Würzb. naturw. Zeitschrift Bd. 6 und *Aeby* im Centralblatt 1865, S. 209. Vor ihnen sah *Hoyer* indess jenen Aufbau aus Zellen (*Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1865, S. 243). Wir werden später die epitheliale Natur dieser Gefässzellen zu erörtern haben. Nach dieser interessanten Entdeckung bedarf die ganze Lehre der Gefässtextur einer Revision. — 2) Vergl. *Frey*'s Mikroskop, 5. Aufl., S. 96.

§ 61.

Zwischen den Bildungszellen der Haargefässe erschien, wie der vorhergehende § uns gelehrt hat, die Zwischensubstanz in spärlichster Menge, so dass man schon hierdurch an das verwandte Epithelialgewebe (Fig. 81) erinnert wurde.

Anders gestaltet es sich bei verschiedenen Geweben, welche, wenn auch unter

sehr wechselndem Bilde auftretend, doch durch Zwischenformen verbunden sind, sowie auch alle zeitlich in einander übergehen können und somit als Glieder einer natürlichen Gruppe, der sogenannten Bindesubstanz, betrachtet werden müssen. Schon der Knorpel, dessen wir in dem vorhergehenden Abschnitte zu gedenken hatten (§ 53), zählt hierher, ferner das Gallertgewebe, das retikuläre und gewöhnliche Bindegewebe, das Fettgewebe, endlich das Knochen- und ihm verwandte Zahnbeingewebe.

Bei allen verschiedenen Erscheinungsformen der so mächtig durch den Körper verbreiteten Bindesubstanzgruppe begegnen wir Zellen eingebettet in spärlicherer oder reichlicher Zwischensubstanz. Erstere tragen sehr verschiedene Charaktere, nicht minder die letztere, welche von einer schleimhaltigen Gallerte bis zu einer fasrig zerklüfteten, festeren Substanz oder einer homogenen, steinharten Masse schwankt.

Eine höchst einfache Textur zeigt und der Glaskörper des fötalen Auges (Fig. 101). Einfache kernhaltige Zellen liegen in ansehnlichen Mengen einer höchst wasserreichen Gallerte. Denken wir uns die letztere durch eine feste chondrigene Masse ersetzt, so erhalten wir das schon bekannte Bild des Knorpels (Fig. 83).

Fig. 101. Glaskörpergewebe eines menschlichen Embryo von vier Monaten.

Selten jedoch nur, wenn wir absehen vom Knorpelgewebe, bleiben in reichlicherer Interzellularsubstanz die Zellen der uns beschäftigenden Gewebegruppe auf einer so frühen, anfänglichen Stufe stehen. Zuweilen vielleicht vergrössern sich jene Gebilde in gedrängter Stellung befindlich, die alte rundliche Form bewahrend, um ihre Höhle mit Neutralfetten zu erfüllen. Dieses wäre die Entstehung der Fettzellen, wenn die Sache fest stände.

Als Regel darf angenommen werden, dass die Bildungszellen der Bindegewebegruppe die kuglige Gestalt verlassen, um ungleichmässig auszuwachsen.

Einmal erlangen sie durch Verlängerung nach zwei entgegengesetzten Richtungen die Spindelform, wie sie uns ähnlich, aber von weit grösserem Ausmaasse schon an den Elementen der unwillkührlichen Muskulatur (vergl. Fig. 96, S. 98) entgegengetreten ist, oder sie gewinnen mehr weniger eine Sterngestalt (Fig. 102).

Wie gewisse der Bindegewebezellen zu Fettzellen wurden, so können jene Gebilde in dem uns jetzt beschäftigenden Bildungsstadium eine Pigmentablagerung in den Zellenkörper erleiden und eben hiermit an das Ende ihrer Verwandlung gelangen. Es entstehen in solcher Weise die sogenannten sternförmigen Pigmentzellen (Fig. 50, S. 69).

Fig. 102. Sternförmige Bindegewebezellen.

Der weitere Entwicklungsgang der Bindegewebezellen zeigt uns neben fortgehender Verlängerung bisweilen die entschiedene Neigung zur Verschmelzung jener Gebilde. So entstehen durch das Zusammenstossen der Fortsätze benachbarter Zellen höchst zierliche Zellennetze (Fig. 103), deren Maschen von schleimführender Gallerte erfüllt sind. Letztere kann später schwinden, und ein ganz anderer geformter Inhalt, z. B. Lymphkörperchen, tritt an ihre Stelle. In der Jugend prall und voll nehmen dann mit dem Alter einschrumpfend die Körper jener Bindegewebezellen gewöhnlich sehr beträchtlich an Volumen ab.

Aber nicht minder gross, wie schon erwähnt, ist auch die Variation, welche die Zwischensubstanz der Bindegewebegruppe uns darbietet. Ursprünglich aus Eiweissstoffen bestehend (in Uebereinstimmung mit ihrem Ursprung von dem Protoplasma der Bindegewebezellen), wird sie hinterher sehr gewöhnlich mit steigender Konsistenz eine leimgebende, namentlich kollagene. Durch Aufnahme

reichlicher Mengen von Kalksalzen gewinnt sie dann im Knochen- und Zahnbeingewebe grösste Härte und Festigkeit.



Fig. 103. Zellen aus dem sogenannten Schmelzorgan eines viermonatlichen menschlichen Embryo.



Fig. 104. Bindegewebige Knorpelsubstanz aus einem Ligamentum intervertebrale des Menschen.

Doch es sind nicht allein solche Wandlungen der Konsistenz und Mischung, welche wir in der Bindesubstanzgruppe an der Zwischenmasse antreffen. Ist sie anders jenen Erhärtungen entgangen, so bemerkt man eine Neigung derselben, streifig und balkig zu werden, oder endlich in Fibrillen zu zerfallen. Zwischen allen diesen Vorkommnissen existirt wiederum keine Grenze, und neben jenen Balken und Fibrillen begegnen wir einem bald geringeren bald grösseren Reste unveränderter homogener Interzellularmasse. Die erwähnten Fibrillen finden sich zuweilen als höchst feine vereinzelte Fäden, gewöhnlich zu Bündeln gruppirt. Man bezeichnet sie mit dem Namen der Bindegewebe- oder Zellgewebefasern.

Unsere Zeichnung (Fig. 104) kann von letzteren eine Vorstellung gewähren. In dem Präparate, welches ein Mittelding zwischen eigentlichem Knorpel- und Bindegewebe darstellt, erscheinen neben den Bündeln der Bindegewebefasern einfache Knorpelzellen. Auch Fig. 105 lässt jene Fasern (*f*) und Bündel (*g*) zwischen sternförmigen Bindegewebezellen (*a* — *e*) erkennen.

Aber nicht allein dieser Umwandlung der früher gleichartigen Interzellularmasse in jene kollagenen Fasern begegnen wir beim Bindegewebe. Noch eine andere Form faseriger Elemente, bestehend aus weit resistenterer Substanz (vergl. § 15), kommt nachträglich durch Metamorphose der Zwischensubstanz zu Stande; es sind dieses die elastischen Fasern (Fig. 105. *h*). Sie bieten im Uebrigen nach Stärke, dem Fehlen oder Vorkommen der Aeste grosse Manchfaltigkeit dar (Fig. 106).

Dieses Vorkommen des elastischen Stoffes in Gestalt von Fasern ist indessen im Bindegewebe nicht das einzige. An den Grenzen gegen die Zellen und Zellennetze unserer Gewebeformation, ebenso an Oberflächen etc., wandelt sich, das alte homogene Ansehen bewahrend, die Zwischensubstanz in elastische (oder optisch und chemisch höchst ähnlich sich verhaltende) Begrenzungsschichten manchfacher Art um, welche man häufig für Zellenmembranen und eigenthümliche Häute irrthümlich genommen hat.

Es zeigt somit die Bildungsgeschichte der Bindesubstanz eine ganze Reihe der auffallendsten Umänderungen eines ursprünglich rein zelligen Gewebes.

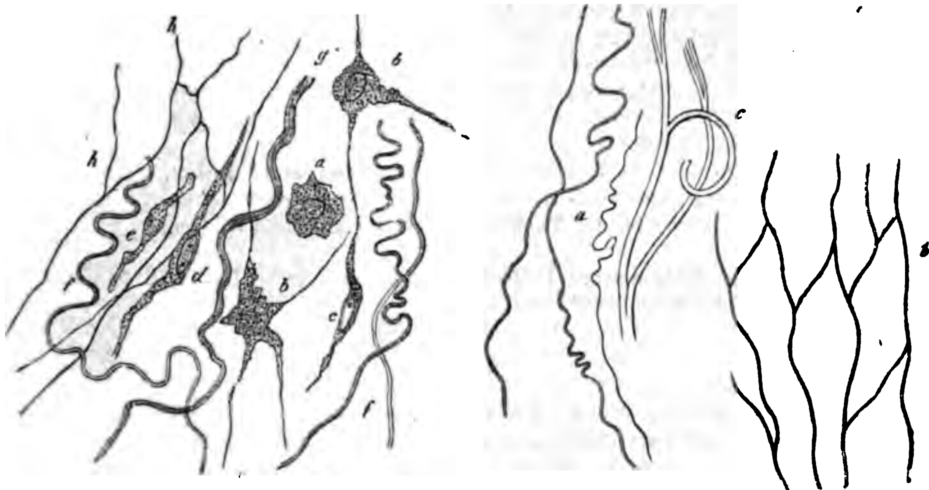


Fig. 105. Bindegewebe zwischen den Schenkelmuskeln des Frosches. *a—e* Bindegewebezellen; *f* Bindegewebefibrillen und *g* -Bündel; *h* elastisches Fasernetz.

Fig. 106. Elastische Fasern des Menschen. *a* Unverzweigte, feinere; *c* eine verästelte dicke; *b* ein Fasernetz.

§ 62.

Eine sich hier anschliessende Metamorphosenreihe der Bildungszellen führt, wie man annimmt, mit einem Verschmelzungsprozesse zur Entstehung mancher Endausbreitungen der Nervenfasern.

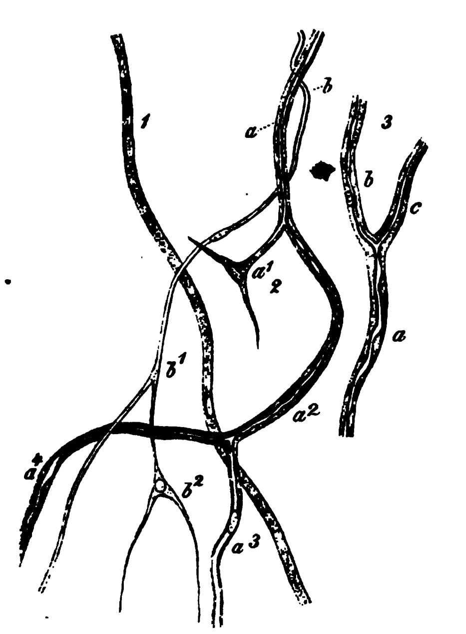


Fig. 107. Entwicklung der Nervenfasern des Frosches.

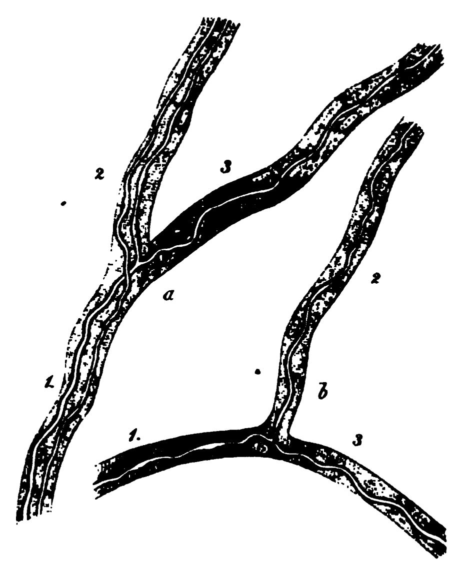


Fig. 108. Schmale sich verzweigende Nervenfasern *a* und *b* aus dem Mesenterium des Frosches, umgeben von dicken, mit Kernen versehenen Hüllen; 1 der Stamm 2 und 3 die Aeste.

Die Entstehungsgeschichte der unverzweigten, in den Nervenstämmen und ihren Aesten befindlichen Nervenfasern (Fig. 107. 1) ist allerdings zur Zeit in tiefes Dunkel gehüllt.

Indessen die Nervenfasern pflegen sich häufig in ihrem weiteren Verlaufe, wenn sie der Endigung nahe sind, zu theilen, meistens mit der Zahl zwei (Fig. 108). Hier liegen — wie es wenigstens den Anschein hat — sternförmige, gewöhnlich mit drei Fortsätzen versehene Zellen (Fig. 107. 2 a^1, b^1, b^2), welche mit dem oberen unverzweigten Faserstück durch einen ihrer Ausläufer verschmelzen und so die Verästelung anbahnen.

Das Neurilem oder die Primitivscheide, eine strukturlose Röhre, welche (dem Sarkolem des Muskelfadens ähnlich) die entwickelte Nervenfaser umhüllt (Fig. 108), ist wohl auch hier eine von der Nachbarschaft herstammende Bildung [1].

Anmerkung: 1) Man vergl. *V. Hensen* in *Virchow*'s Archiv Bd. 31, S. 51 und den späteren Abschnitt vom Nervengewebe.

§ 63.

Die physiologischen Beziehungen der im zweiten Abschnitt behandelten, aus Zellenmetamorphosen hervorgegangenen übrigen Gewebeelemente fallen ungemein verschieden aus, so dass das Meiste späteren Betrachtungen vorbehalten bleiben muss. Während in den Muskelfäden und den Nervenröhren die Gewebe der höchsten physiologischen Dignität gegeben sind, sinkt die grosse Gruppe der Bindesubstanzen zu Massen niederen Ranges, zu Hüllen- und Stützgebilden des Organismus herab. Der Stoffwechsel fällt in den von der Zelle abgeleiteten Geweben sehr ungleich aus, wenn auch im Einzelnen hier noch die grössten Lücken des Wissens vorhanden sind. Durch ihren energischen Stoffumsatz zeichnen sich Muskeln und Nerven aus; doch ist er nur von der quergestreiften Fleischfaser in seinen Richtungen näher bekannt. Viele bindegewebige Theile charakterisiren sich im völligen Gegensatze hierzu durch eine grosse Permanenz der sie konstituirenden Substanzen, namentlich, wenn sie nur sparsam mit Blutgefässen versehen und ihre elastischen Fasern zahlreich geworden sind. Andere dieser Gebilde können bei reichlicherem Durchströmtwerden von Blut, sowie bei einem feinen, sie durchziehenden Kanalwerk einen lebhaften Umsatz der Materie darbieten, wie beispielsweise die Knochen. Alle bindegewebige Theile dagegen entfalten bei pathologischen Reizungszuständen ein mächtiges wucherndes Bildungsleben und werden hierdurch für die Plastik des erkrankten Körpers von höherem Werthe, ein Verhältniss, welches in einem der nachfolgenden Abschnitte seine Erörterung finden soll.



Fig. 109. Muskelfäden des Menschen in Fettdegeneration begriffen.

Was die Umsetzungsprodukte betrifft, so ist auf manches früher Bemerkte, so bei den leimgebenden Stoffen (S. 22—23), bei den Alkaloiden (S. 41—51) zu verweisen. Die aus Albuminaten bestehenden willkührlichen oder quergestreiften Muskeln liefern als Zersetzungsprodukte Kreatin, Kreatinin, Hypoxanthin, Inosinsäure, Inosit und Milchsäure.

Ueber den physiologischen Untergang unserer Formelemente, die Neubildung und Lebensdauer derselben, wissen wir — etwa abgesehen vom quergestreiften Muskelgewebe — sehr wenig. Letztere ist bei manchen derselben, wie den elastischen Fasern und verwandten Bildungen, wohl eine lange. Da die mechanische Abstossung alternder Formbestandtheile hier fehlt (vergl. S. 96), so haben wir den Auflösungs- und Degenerationsprozess allein übrig. Während die dreierlei Umwandlungen durch Pigment-, Fetteinlagerung (Fig. 109), sowie Verkalkung bei den Zellen wenigstens noch theilweise

als physiologische Vorkommnisse betrachtet werden konnten, dürften sie bei den uns jetzt beschäftigenden Elementartheilen (gleich manchen anderen Degenerationsweisen) dem pathologischen Gebiete in erhöhtem Maasse angehören. Eine spätere Betrachtung hat auch diesem Gegenstande weitere Rechnung zu tragen.

§ 64.

Durch den Zusammentritt der Formelemente, welche sich gleichartig oder ungleichförmig zur Bildung grösserer Massen vereinigen, entstehen die verschiedenen Gewebe des Thier- und Menschenleibes. Diese werden natürlich von den Elementartheilen in ihrem anatomischen Gefüge, ihrer chemischen Beschaffenheit und ihrer physiologischen Energie bestimmt.

Eine Eintheilung der Gewebe, wenn sie auf wissenschaftlichen Werth Ansprüche erheben soll, ist zur Zeit noch eine Sache der grössten Schwierigkeit, ja wenn man strenge sein will, der Unmöglichkeit. Eine derartige Klassifikation nämlich kann nur auf den Entwicklungsgang der Formelemente gegründet werden. Leider ist aber die Histogenese, wenn gleich sie in manchen Gebieten unserer Disziplin über ein schönes Material auch gebietet, für andere noch sehr wenig in sicherer Art zur Stunde ermittelt. Jedenfalls ist die Entstehungsgeschichte der Gewebe noch nicht im Ganzen so weit erkannt, dass man von ihr geleitet mit sicherer Hand und ohne Zuhülfenahme gar mancher Hypothesen, die Grundlinien einer wissenschaftlichen Klassifikation der einzelnen Gewebe zu ziehen vermöchte. Selbst jene scheinbar so leichte und sichere Zerspaltung in einfache und zusammengesetzte Gewebe kann nicht strenge durchgeführt werden und die Beurtheilung, ob ein zusammengesetztes Gewebe vorliege oder nicht, wird in manchen Fällen von dem individuellen Ermessen bedingt sein, ob man gewissen Umwandlungen der Grundsubstanz die Bedeutung der Formelemente vindiziren will oder nicht.

Die nachfolgende Eintheilung besitzt desshalb nur eine provisorische Geltung, indem sie mehr darauf ausgeht, etwa wie es bei einem künstlichen Systeme der Fall ist, in das Material eine gewisse Uebersicht zu bringen, als dasjenige, was seinem Bildungsgange nach zusammengehören dürfte, immer strenge zu verbinden. Die praktischen Zwecke, welche diese Arbeit verfolgen soll, nöthigen uns ohnehin Manches, vereinigt zu behandeln, was bei strenger logischer Behandlung getrennt werden sollte. Wir unterscheiden folgendermassen:

A. Gewebe einfacher Zellen mit flüssiger Zwischensubstanz.

1. Blut.
2. Lymphe und Chylus.

B. Gewebe einfacher Zellen mit sparsamer fester homogener Zwischensubstanz.

3. Epithelium.
4. Nägel.

C. Gewebe einfacher oder umgewandelter und zuweilen verschmolzener Zellen in theils homogener, theils faseriger und meistens festerer Zwischenmasse (Bindesubstanzgruppe).

5. Knorpelgewebe.
6. Gallertgewebe.
7. Retikuläre Bindesubstanz.
8. Fettgewebe.
9. Bindegewebe.
10. Knochengewebe.
11. Zahngewebe.

D. Gewebe umgewandelter, in der Regel nicht mit einander verwachsener Zellen mit homogener, sparsamer, festerer Zwischensubstanz.

12. Schmelzgewebe.
13. Linsengewebe.
14. Muskelgewebe.

E. Zusammengesetzte Gewebe.

15. Nervengewebe.
16. Drüsengewebe.
17. Gefässe.
18. Haare.

Anmerkung: Der Begründer der modernen Histologie, *Schwann*, hatte schon eine wissenschaftliche Eintheilung der Gewebe versucht, welcher hier zuerst gedacht werden mag. Er theilte ein: 1. Klasse: Isolirte selbstständige Zellen. Dahin gehören vorzugsweice die Zellen in Flüssigkeiten: Lymphkügelchen, Blutkörperchen, Schleim- und Eiterkörperchen u. s. w. — 2. Klasse: Selbstständige, zu zusammenhängenden Geweben vereinigte Zellen. Hierher das ganze Horngewebe und die Krystalllinse. — 3. Klasse: Zellen, bei denen nur die Zellenwände mit einander verschmolzen sind. Knorpel, Knochen und die Zähne wegen ihrer *Substantia propria.* — 4. Klasse: Faserzellen. Zellgewebe. Sehnengewebe, elastische Gewebe. — 5. Klasse: Zellen, bei denen die Zellenwände und Zellenhöhlen mit einander verschmolzen sind. Muskeln, Nerven, Kapillargefässe, a. a. O. S. 74. — Unter den sich anreihenden Handbüchern der damaligen Epoche beobachtete das ausgezeichnete *Henle*'sche Werk eigentlich gar keine Eintheilung, indem es in Form lose aneinander gereihter Abschnitte die einzelnen Gewebe vorführte. Die späteren Bearbeiter des Faches verliessen vielfach beinahe gänzlich den histologischen Boden, indem sie nach den üblichen Eintheilungen der gröberen Anatomie die mikroskopische Zusammensetzung der Systeme und Organe des Körpers vorführten; so z. B. das grosse *Koelliker*'sche Werk. Wir vermögen in einer derartigen Behandlung nun gerade keinen Fortschritt unserer Wissenschaft zu erblicken. — In seiner kleineren Arbeit stellt der letztgenannte Forscher folgende Gruppen der Gewebe auf: 1) Zellengewebe mit dem Gewebe a) der Oberhaut und b) der ächten Drüsen. — 2) Gewebe der Bindesubstanz mit a) der einfachen Bindesubstanz, b) dem Knorpelgewebe, c) dem elastischen, d) dem gewöhnlichen Bindegewebe und e) dem Knochengewebe. — 3) Muskelgewebe mit a) dem Gewebe der glatten und b) dem der quergestreiften Muskeln. 4) Nervengewebe. — In neuerer Zeit hat *Henle* in seinem und *Meissner*'s Jahresbericht eine Eintheilung geliefert, welche mit der von uns im Texte vorgeführten manche Verwandtschaft darbietet (Bericht für 1856, S. 5). — *Leydig* (vom Bau des thierischen Körpers, S. 28) theilt in nachfolgender Weise ein: A. Vegetative Gewebe. 1) Bindesubstanz, 2) Epithelien, Drüsenzellen und Horngewebe, 3) Blut und Lymphe. B. Animale Gewebe. 1) Muskelgewebe, 2) Nervengewebe. *Rollett* (Untersuchungen aus dem Institute für Physiologie und Histologie in Graz. Zweites Heft. Leipzig 1871) bringt die nachfolgende Gruppirung: I. Keimzellen: Weisse Blutkörperchen, Lymphkörperchen, Wanderzellen, Markzellen, lymphoide Zellen (Eiterkörperchen). II. Rothe Blutkörperchen: kreisscheibenförmige, elliptische. III. Elementartheile der Gewebe der Bindesubstanz: a) des Bindegewebes, b) des Knorpelgewebes, c) des Knochengewebes, d) des Zahnbeingewebes. IV. Elementartheile des Fettgewebes. V. Elementartheile des Muskelgewebes, des querstreifigen und glatten. VI. Elementartheile des Nervengewebes und VII. Elementartheile des Deckgewebes (Epidermis, Haare, Nägel, Linse, Zahnschmelz, Epithelien, Enchyme. Wir sehen durch diese sogenannte »natürliche« Gruppirung die Richtigkeit unseres obigen Ausspruchs, dass es eben zur Zeit noch keine natürliche Eintheilung der Gewebe gibt, wiederum bewahrheitet, obgleich wir manches Gute in der vorgeschlagenen Zusammenstellung des tüchtigen Forschers gewiss nicht verkennen. — Wir werden im Uebrigen bei den einzelnen Geweben stets der genetischen Beziehungen zu gedenken haben und verweisen auf jene Abschnitte.

II.

Die Gewebe des Körpers.



A. Zellige Gewebe mit flüssiger Zwischensubstanz.

1. Das Blut.

§ 65.

In den Blutgefässen unseres Körpers, einem geschlossenen, aber mit den Gängen des Lymph- und Chylussystemes kommunizirenden Kanalwerke befindet sich während des Lebens in beständiger Bewegung eine sehr zusammengesetzte Flüssigkeit, das Blut[1]. Wie auf der einen Seite in seinem Strömen niemals Stillstand eintritt, so findet andererseits das ganze Leben hindurch in ihm ein reger Wechsel der Stoffe statt. Indem die Wände der Blutgefässe für endosmotische Strömungen permeable Membranen darstellen und ebenso in den Drüsen Filtrationsprozesse stattfinden, treten in Form wässeriger Lösungen beständig gewisse Substanzen in die Gewebe und Organe aus, während andere ähnlich gelöst zur Blutmasse zurückkehren. Massenhafte Zumischungen zusammengesetzter Flüssigkeiten geschehen dann noch durch das Einströmen von Lymphe und Chylus.

Trotz dieses Kommens und Gehens der Stoffe, welche das Blut zum Zentrum des vegetativen Lebensprozesses machen, ist unsere Flüssigkeit in anatomischer und chemischer Hinsicht immerhin merkwürdig gleichartig, indem grössere Abweichungen rasch ausgeglichen werden.

Das Blut des Menschen stellt eine etwas dickliche undurchsichtige Flüssigkeit dar von einem eigenthümlichen schwachen Geruch[2], einer alkalischen Reaktion, einer Wärme von ungefähr 38° C., und einer rothen Farbe, die in den Arterien hell kirschroth ist, während sie in den Venen dunkler ausfällt. Die in einem Organismus enthaltene Blutmasse vermögen wir zur Zeit nicht mit irgendwie annähernder Sicherheit zu bestimmen, so dass die Angaben über die Blutquantität des menschlichen Körpers weit auseinander gehen. Es ist wahrscheinlich, dass die Menge des Blutes etwa dem zwölften bis dreizehnten Theile des Körpergewichtes beim Menschen gleichkommt[4].

Anmerkung: 1) Man vergl. *Nasse's* Artikel: »Blut«, im Handwörterb. der Physiol. Bd. 1, S. 75 und *Milne Edwards*, *Leçons sur l'anat. et la physiol. comparée.* Paris 1857. Tome 1, p. 36, die Lehrbücher der Histologie von *Koelliker*, *Leydig*, *Stricker* (*Rollett*) und für das Technische *Frey*, Das Mikroskop, 5. Aufl., S. 137. — 2) Der Geruch des Blutes ist durch irgend eine flüchtige, uns unbekannte Substanz verursacht. Er tritt bei Zusatz von Schwefelsäure stärker hervor (*Barruel*) und ist beim Menschen ein anderer als bei Säugethieren. — 3) Das spezifische Gewicht erfährt im normalen Zustande ansehnliche Schwankungen, noch grössere unter pathologischen Verhältnissen. Im Grunde genommen beweist es, abgesehen von einer wechselnden Menge der Zellen, nicht viel über die Zusammensetzung der Flüssigkeit, da die zahlreichen Mischungsbestandtheile unter einander beträchtliche Differenzen bei gleichbleibender Schwere des Gesammtblutes erfahren kör-

Im Allgemeinen ist das Blut etwas schwerer bei Männern als bei Frauen, bei Erwachsenen höher als bei Kindern; in der Schwangerschaft erfährt es eine Verminderung. — 4) Die älteren Angaben oder Vermuthungen über die Gesammtmenge Blut, ebenso die früheren Methoden von *Valentin* und *Weber-Lehmann* können hier übergangen werden. In der neueren Zeit hat sich mit diesem Gegenstande *Welcker* beschäftigt. Derselbe (Archiv des Vereins für gem. Arb. Bd. 1, S. 195 und Prager Vierteljahrsschrift Bd. 44, S. 11) schlug einen neuen Weg ein. Er benutzte nämlich die Intensität der Blutfarbe. Eine Probe Blut wird entleert und zurückgesetzt. Dann wird durch einen Wasserstrom die übrige Blutmenge aus dem Gefässsytem auszutreiben gesucht und zur Entfernung eines Restes der fein zerhackte Körper mit Wasser ausgezogen. Indem man das Blut und die Injektions- oder Auswaschungsflüssigkeit sammelt, erhält man selbstverständlich somit eine durch Wasser sehr verdünnte Blutmasse. Ihr Volumen wird bestimmt. Dann wird die ursprüngliche zurückgesetzte Blutmenge ebenfalls so lange mit Wasser verdünnt, bis sie die Farbenintensität der durch den Wasserstrom ausgetriebenen Masse besitzt. Es kann sonach durch Rechnung die Gesammtmenge Blutes gefunden werden. Aber auch gegen diese Methode erheben sich einzelne Bedenken. *Bischoff* (Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 7, S. 331 und Bd. 9, S. 65) erhielt mit dem *Welcker*'schen Verfahren an zwei Hingerichteten eine Blutmenge von 4872 und 4858 Grms. d. h. $^1/_{13}$—$^1/_{14}$ des Körpergewichtes. Sehr genaue Untersuchungen mit der gleichen Methode hat *Heidenhain* angestellt. (*Disquisitiones criticae et experimentales de sanguinis quantitate in mammalium corpore exstantis. Halis* 1857 und Archiv für physiolog. Heilkunde. 1857, S. 507). Man vergl. auch noch *Welker*'s neuere Arbeiten in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift. 3. Reihe, Bd. 4, S. 145 und Bd. 20, S. 257. — Auf indirektem Wege durch Rechnung hat *Vierordt* (Die Erscheinungen und Gesetze der Stromgeschwindigkeiten des Blutes, Frankfurt 1858) die menschliche Blutmenge zu ermitteln versucht. — Es bedarf wohl keiner Bemerkung, dass nach dem jetzigen Stande der Blutmengenfrage über Variationen nach dem Körpergewicht, Alter, Geschlechte, Krankheiten sich nichts sicheres sagen lässt.

§ 66.

Prüfen wir die anatomische Zusammensetzung des Blutes bei einer stärkeren Vergrösserung, so ergibt sich dasselbe als eine wasserhelle, farblose Flüssigkeit, *Plasma* oder *Liquor sanguinis*, in welcher zweierlei Zellenformen, die farbigen rothen Blutzellen und die farblosen oder Lymphkörperchen des Blutes (Lymphoidzellen) aufgeschwemmt sind (Fig. 110). Erstere erscheinen im grössten Ueberschusse und sind Ursache der Blutfarbe; letztere bilden ein unbedeutendes Bruchtheil der in der ganzen Blutmasse vorkommenden Zellen überhaupt. Daneben trifft man noch Konglomerate kleiner blasser, 0,0011—0,0022^{mm} messender Körnchen im menschlichen Blute [*Schultze* 1)].



Fig. 110. Blutzellen des Menschen; *a a* von oben; *b* halb, *c c* ganz von der Seite gesehen; *d* ein Lymphkörperchen.

Die farbigen Blutzellen, eine Entdeckung des *Malpighi*, welche im Laufe der Zeiten zu sehr verschiedenen Namen gekommen sind (Blutkörner, Blutkügelchen, Blutscheiben, Blutkörperchen, Blutbläschen), erscheinen bei der Untersuchung des menschlichen Blutes als kreisrunde, zart und scharf kontourirte, gelbliche Gebilde, die in Grösse und sonstigem Verhalten wenig Verschiedenheit unter einander darbieten. Ihre Menge in einem Tropfen Blut ist eine kolossale, so dass man für den Kubikmillimeter 5 Millionen annehmen kann 2). *C. Schmidt* schreibt ihnen ein spezif. Gewicht von 1,088—1,089, *Welcker* 3) von 1,105 zu. Der Durchmesser der Zelle im männlichen Blute beträgt 0,0077^{mm} mit Extremen von 0,0088—0,0054^{mm}.

Eine genaue Einstellung des im Plasma ruhenden lebenden Blutkörperchens zeigt in der Mitte desselben einen hellen, farblosen Raum; ebenso bemerkt man an einer Stelle des Innern, welche dem Schlagschatten des Randes gegenüber liegt, eine leichte Verdunklung von mehr halbkreisförmiger Gestalt (Fig. 110, *a*).

Die Bedeutung dieses Bildes wird klar, sobald sich die Zellen in Bewegung setzen. Weit entfernt, stets das kreisförmige Ansehen beim Rollen über die mikroskopische Glasplatte zu bewahren, erscheinen jene auf dem Rande stehend (*cc*)

als schmale biskuitartige Stäbchen mit verdickten abgerundeten Enden und einer Einschnürung über die Mitte. Ihre Dicke beträgt hierbei $0{,}0018^{mm}$.

Nach dem eben Erkannten unterliegt es keinem Zweifel, dass unsere Zelle eine kreisförmige bikonkave Scheibe mit abgerundeten und etwas aufgewulsteten Rändern darstellt (»Napfform«). Das Volumen des menschlichen Blutkörperchens hat *Welcker* zu 0,000000072 Kub. Millim., das Gewicht zu 0,00008 Millegramms und die Gesammtoberfläche zu 0,000128 Quadrat-Mill. bestimmt [4]).

Der Körper ist eine vollkommen homogene, bei durchfallendem Lichte gelblich erscheinende Masse. Decken sich zwei der Scheibchen theilweise, so nimmt diese Stelle ein höheres röthlicheres Kolorit an. Liegen unsere Zellen massenhaft übereinander, so zeigen sie die rothe Farbe des Blutes selbst.

Anmerkung: 1) Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 1, S. 36. — 2) Die Zählung der Blutkörperchen einer abgemessenen sehr kleinen Blutmenge hat zuerst *Vierordt* geübt (Archiv für physiol. Heilkunde Bd. 11, S. 26, 327, 547, 854). Verbesserungen hat die Methode durch *Welcker* erfahren (Prager Vierteljahrsschrift Bd. 44, S. 11). — 3) a. a. O. Bd. 20, S. 263. — 4) Die 5 Millionen Zellen eines Kubikmillimeter Blut besitzen demnach eine Oberfläche von 640 □Mm. Setzt man die Gesammtblutmenge des Menschen zu 4400 Kcm., so ergibt sich für sämmtliche Blutkörperchen desselben eine Oberfläche von 2816 □Metern (*Welcker*).

§ 67.

Um nun die weitere Natur der farbigen Blutkörperchen kennen zu lernen, bedarf es verschiedener äusserlicher Einwirkungen auf die Zelle. Ueberlässt man einen Tropfen Blutes auf der mikroskopischen Glasplatte eine kurze Zeit unbedeckt der Verdunstung, so ändert sich die Form der Zellen (Fig. 111. *b*.). Sie werden mit einer Verkleinerung auf $0{,}0059—0{,}0052^{mm}$ unbestimmt eckig, höckerig und oftmals sternförmig, wobei die Spitzen als dunklere, punktförmige Stellen sich markiren. Wir haben hier eine durch die Abdunstung des Wassers erfolgte Zusammenschrumpfung des Zellenkörpers, einen Vorgang, dessen Erkenntniss gerade für das menschliche Blut bei der Kleinheit des Objektes gewisse Schwierigkeiten darbietet. Trocknet in ganz dünnen Schichten Blut schnell ein, so zeigen uns die Körperchen gewöhnliche glattrandige kreisförmige Begrenzungen, nur mit deutlicher hervortretender Mittelpartie (Fig. 111. *c*).



Fig. 111. Menschliche Blutzellen; *a* unter Wassereinwirkung; *b* in verdunstendem Blute; *c* aufgetrocknet; *d* in geronnenem Blute; *e* rollenartig an einander gelagert.

Setzen wir einem Tropfen menschlichen Blutes Wasser zu, so bietet sich ein ganz anderes Bild dem beobachtenden Auge dar. Weit entfernt höckerig und zackig zu werden, bewahrt die Zelle ihr kreisförmiges, glattrandiges Ansehen; aber die hellere Zentralstelle ist nicht mehr zu erkennen und der gelbliche Rand tritt nicht mehr stärker hervor (Fig. 111. *a*). Genaue Beobachtungen lehren indessen, das die Aufquellung vom Rande ausgeht und dass zuletzt der gequollene Randtheil übergreifend die beiden konkaven Mittelpartien des Blutkörperchens zum Verschwinden bringt [1]). Sobald ein derartig mit Wasser behandeltes Blutkörperchen rollt, tritt in dem Verlust der bikonkaven Scheibenform ein wichtiger Unterschied uns entgegen. Wir sehen die Zelle in allen Ansichten kreisrund; sie ist zur Kugel aufgequollen unter einer Verminderung des Durchmessers auf $0{,}0061—0{,}0057^{mm}$. Durch fortgesetzte Wassereinwir-

kung erblasst die Kugel mehr und mehr (*a* rechts), während die umgebende Flüssigkeit ein gelbliches Ansehen gewinnt. Einzelne Zellen entfärben sich sehr schnell, andere widerstehen viel länger. Zuletzt ist das Blutkörperchen vollkommen entfärbt und so blass geworden, dass es nur bei starker Vergrösserung und einem beschatteten Sehfeld noch wahrgenommen werden kann und zwar in Gestalt eines ganz zart und glatt gerandeten, ungemein blassen Wesens. Man bezeichnet diesen entfärbten Rest unseres Dinges nach dem Vorgange *Rollett*'s mit dem Namen des »Stroma«. Ein Kern ist bei der ganzen Prozedur in keiner Weise sichtbar zu machen [2].

Aehnlich der Verdunstung wirkt die Anwendung vieler konzentrirter wässeriger Lösungen, wie von Zucker, arabischem Gummi, Kochsalz u. s. w. Verdünnt man diese Reagentien allmählich mehr und mehr, so kommt eine Konzentrationsstufe, bei welcher zuletzt keine Formumänderung der Zelle weiter bemerkt wird. Verdünnt man diese Lösungen noch mehr, so gewinnen wir schliesslich den Effekt des reinen Wassers, die kuglige Aufquellung, die Entfärbung bis zum Unsichtbarwerden. Eine und dieselbe Blutzelle kann in interessanter Weise mehrmals nach einander durch den Wechsel zugesetzter Lösungen sternförmig gerunzelt und dann wieder kuglig aufgebläht erhalten werden oder umgekehrt.

Die bisherigen Beobachtungen lehren den Mangel eines Kerns und zeigen das Blutkörperchen als ein Gebilde, dessen Substanz Wasser rasch quellend aufnimmt und auf der andren Seite Wasser leicht schrumpfend abgibt. Zugleich ergibt sich, dass die färbende Materie des Zellenkörpers in Wasser löslich ist. — Uebertragen wir die gewonnenen Erfahrungen auf das in den Gefässbahnen zirkulirende Blutkörperchen, so erscheint uns letzteres als ein Gebilde, welches mit der wässrigen Flüssigkeit des Plasma zwar einen regen Austausch eingehen muss, hierbei aber weder eine erhebliche Volumveränderung, noch einen Verlust des Farbestoffs erfährt. Die Masse desselben haben wir uns im Allgemeinen als eine in reichlichem Wasser aufgequollene gallertartige Substanz vorzustellen.

Neben diesen Stoffen, welche auf die Zelle quellend oder schrumpfend einwirken, kennen wir eine Anzahl anderer, welche den Proteinkörper der Blutzelle und diese mit jenem lösen. Die Alkalien, ebenso manche Mineralsäuren, sowie die Alkalisalze der Gallensäuren, gehören hierher [3]. Endlich beruht die Wirkungsweise einer andern Stoffreihe darauf, dass sie den Eiweisskörper des Blutkörperchens zur Gerinnung bringt. Beispielsweise gehören Alkohol, Gerbsäure, Chromsäure, Kreosot, gewisse Metallsalze hierher [4].

Was ferner die Einwirkung der Gase auf die Form der Blutzelle betrifft, so wirkt der Sauerstoff ähnlich saturirten Lösungen verkleinernd, während die Kohlensäure einen aufblähenden Effekt besitzt.

Höhere Temperatur soll verkleinernd, kalte aufblähend wirken [5].

Neben diesen schon seit längerer Zeit bekannten Wandlungen der Blutzellen haben wir in den letzt verflossenen Jahren mehrere andere von hohem Interesse kennen gelernt.

Ueberlässt man im defibrinirten Blute die Blutkörperchen sich selbst, so gehen sie allmählich absterbend aus der napfförmigen Gestalt in eine kuglige über. Bei niederen Temperaturgraden können darüber eine Reihe von Tagen verfliessen.

Der elektrische Entladungsschlag macht unsere Zellen höckerig, anfangs mit groben, später mit feineren Zacken. Hierauf unter Verschwinden derselben wird das Blutkörperchen zur glattrandigen Kugel, welche sich schliesslich entfärbt (*Rollett* [6]).

Fig. 112. Menschliche Blutkörperchen auf 52°C. erwärmt.

Erwärmt man lebende Blutzellen auf 52°C., so kommt eine wunderliche Veränderung über sie (Fig. 112). Das Körperchen zeigt rasch

eine wechselnde Anzahl tiefer Einkerbungen; schnell erfolgen hierauf kuglige Abschnürungen, welche entweder sogleich abreissen oder an dünnen fadenförmigen Stielen mit dem übrigen Zellenkörper noch eine Zeit lang verbunden bleiben (*a*). Es entstehen hierbei die wunderlichsten Bilder, rosenkranzförmige Stäbchen, geschwänzte Kugeln etc. Abgetrennt gerathen diese Fragmente der Blutkörperchen (*b*) sogleich in lebhafte Molekularbewegung [*Beale*, *M. Schultze* [7]].

Eine Zellenmembran lässt sich bei keiner dieser Behandlungsweisen am Blutkörperchen des erwachsenen Menschen in überzeugender Weise sichtbar machen; die Wärmeveränderung desselben ist ohnehin mit der Annahme einer solchen Haut gewiss nur schwer vereinbar [8]. Ebenso gelingt es niemals, an reifen Blutkörperchen Erscheinungen einer vitalen Kontraktilität, wie sie so vielen andern Zellen des Organismus zukommt, zu erkennen [9].

Die neuere Zeit hat uns auch mit interessanten Verschiedenheiten bekannt gemacht, welche die Blutzellen in einzelnen Gefässpartien darbieten. Das Pfortaderblut enthält nach *Lehmann*'s Entdeckung [10] die gewöhnlichen, so leicht veränderlichen Blutkörperchen, während das Blut der Lebervene Zellen von abweichender Beschaffenheit führt. Sie sind kleiner, aufgequollener, dem Sphärischen sich mehr annähernd, ohne die Depression der Zentren und widerstehen der Wassereinwirkung verhältnissmässig lange. Auch in der Milz kommen ganz ähnliche Zellen vor (*Funke*). Man hat sie als junge neugebildete Blutkörperchen betrachten wollen.

Anmerkung: 1) *Hermann* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1866, S. 30; ferner *A. Schmidt* und *Schweigger-Seidel* in den Sächs. Sitzungsberichten. Math.-phys. Klasse 1867, S. 190. — 2) Für die Existenz des Kerns in den rothen Blutkörperchen der Säugethiere ist allerdings in neuerer Zeit *A. Boettcher* (*Virchow*'s Archiv Bd. 36, S. 355 und Bd. 39, S. 427) wieder in die Schranken getreten. — Gegen ihn neben Andern, wie *Koelliker*, haben sich *Schmidt* und *Schweigger-Seidel* a. a. O. erklärt. — 3) Man s. über die (etwas langsame) Wirkung der Galle *Jurasz*, Ueber die Einwirkung der Galle und der Gallensäuren auf die rothen Blutkörperchen. Greifswald 1871. Diss. Am schnellsten zerstört unsere Gebilde die Cholalsäure. — 4) Wir verweisen zu weiterer Belehrung auf *Henle*'s allgem. Anatomie S. 429. — 5) *W. Manassein* im Centralblatt 1871, S. 689. — 6) Vergl. die Aufsätze dieses Forschers in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie Bd. 47, Abth. 2, S. 356 und Bd. 50, S. 178, c. Tab. — 7) *Beale* im *Quart. Journ. of microsc. Science* 1864, *Transact. p.* 32 und *M. Schultze* in seinem Archiv für mikrosk. Anat. Bd. 1, S. 25. — 8) Indessen — und man begreift bei der Schwierigkeit und Kleinheit des Objektes die Unsicherheit des Wissens — haben auch in den letzten Jahren manche Forscher für die Gegenwart einer Zellenmembran sich ausgesprochen; so z. B. *Hensen* (a. a. O.), *Neumann* im Centralblatt 1865. Nr. 31, *Koelliker* (Gewebelehre 5. Aufl. S. 624). — 9) Die Substanz der Blutzelle des Erwachsenen ist sicher kein Protoplasma. Die Behauptung einer lebendigen Formveränderung der Säugethierkörperchen durch *Klebs* (Centralblatt 1863, S. 851) war eine irrthümliche. Man vergl. im Uebrigen noch *Friedreich* (*Virchow*'s Archiv Bd. 41, S. 395). Ueber die Zellen des embryonalen Blutes und niederer Wirbelthiere s. u. — 10) Vergl. dessen physiol. Chemie Bd. 2, S. 85 und 232. Schöne Abbildungen gab *Funke* in seinem Atlas auf Taf. 12.

§ 68.

Zur Kontrole der beim Menschen erhaltenen Ergebnisse ist das Studium der farbigen Zellen des Wirbelthierbluts [1] von grossem Interesse, so dass dieses Kapitel der komparativen Histologie hier wenigstens nicht gänzlich übergangen werden kann.

Bei Säugethieren bewahrt das farbige Blutkörperchen fast überall die Gestalt einer kreisförmigen, bikonkaven Scheibe (Fig. 113, 1). Nur in der Grösse kommen geringe Differenzen vor. So erlangen die Blutzellen des Elephanten als die grössten einen Durchmesser bis zu 0,0095^{mm}, während sie beim Affen mit den menschlichen übereinkommen und die Blutkörperchen vieler anderer Säuger kleiner als die unsrigen ausfallen (so beispielsweise beim Pferd 0,0056, Kaninchen 0,0080^{mm},

Indessen zeigen uns die Blutzellen einiger Wiederkäuer, des Lamas, Alpakas und Kameels, auffallende Abweichungen, indem sie ovale Scheiben von $0{,}0081^{mm}$ darstellen. Kerne lassen die farbigen Elemente des Blutes beim reifen Säugethier im Uebrigen ebensowenig als bei uns erkennen.

Solche elliptische Blutzellen werden aber in den folgenden Wirbelthierklassen zur herrschenden Form, allerdings mit auffallenden Grössenverschiedenheiten, und der Zellenkern, welchen wir bisher vermisst haben, stellt sich als konstante Bildung ein. Nur bei ganz niedrigen Fischen, den Cyklostomen, kehrt nochmals die kreisrunde Form der Säugethierzelle wieder, und das niedrigste aller Wirbelthiere, der merkwürdige *Amphioxus lanceolatus*, besitzt ein völlig anomales, nicht mehr rothes, an wirbellose Geschöpfe erinnernes Blut, das wir hier übergehen können.



Fig. 113. Farbige Blutzellen: 1. vom Menschen, 2. vom Kameel, 3. der Taube, 4. des Proteus, 5. des Wassersalamanders, 6. des Frosches, 7. von Cobitis, 8. des Ammocoetes. Bei *a* Ansichten von der Fläche; bei *b* die seitlichen (meistens nach *Wagner*).

Bei den Vögeln (Fig. 113. 3.) bietet die Zelle eine durchschnittliche Grösse von $0{,}0184$-$0{,}0150^{mm}$ mit einem die Hälfte betragenden Querdurchmesser (*a*, *a*) dar. Von der Seite gesehen (*b*), erhalten wir statt der bikonkaven Scheibenform eine mehr nabelartige Wölbung der Zentralpartie jener Flächen. Der Kern, welcher in dem ganz unversehrten Blutkörperchen entweder gar nicht oder höchstens als eine beginnende leichte Trübung sichtbar ist, erscheint bei geeigneter Behandlung, wie dem Auftrocknen, der Wassereinwirkung etc., als ein dunkles, höckrig kontourirtes Gebilde von länglicher Form und einer Grösse von $0{,}0050$—$0{,}0043^{mm}$ (beim Huhn). Gewöhnlich nimmt der Nukleus den Mittelpunkt der Zelle ein; zuweilen liegt er auch exzentrisch.

Ebenfalls oval, aber etwas breiter und länger als bei den Vögeln findet man die farbigen Blutzellen der beschuppten Amphibien, der Schildkröten, Eidechsen und Schlangen. Ihre Länge beträgt $0{,}0182$—$0{,}0150^{mm}$. Die nabelartige Wölbung ist etwas schwächer. Gleichfalls als ein kleines und mehr rundliches Oval erscheinen die Blutzellen der Knochenfische (Fig. 113. 7. *a*, *a*, *b*) von einem Ausmaasse von $0{,}0182$—$0{,}0114^{mm}$.

Ganz auffallende Dimensionen unter Beobachtung ovaler oder elliptischer Gestalten erlangen die Blutzellen der nackten Amphibien, sowie der quermäuligen Fische. Ihre Länge beträgt bei Rochen und Haien $0{,}0285$—$0{,}0226^{mm}$; bei Kröten und Fröschen (Fig. 113. 6. *a*, *a*, *b*) im Mittel $0{,}0226$; bei Tritonen (Fig. 113. 5. *a*, *a*, *b*) $0{,}0325$—$0{,}0225$; bei Salamandern $0{,}0455$—$0{,}0375^{mm}$. Bei den Fischlurchen steigern sich die Durchmesser noch um ein Beträchtliches, so dass ein scharfes Auge die Blutzelle ohne Mikroskop als Pünktchen noch eben erkennt. Als Beispiel mögen die Zellen des Cryptobranchus mit einer Länge von $0{,}0510^{mm}$ und des Proteus (Fig. 113. 4) mit $0{,}0570^{mm}$ dienen [2].

Die Cyklostomen (Fig. 113. 8.) endlich zeigen, wie schon früher bemerkt, gefärbte Zellen des Blutes in Form einer kleinen, kreisförmigen bikonkaven Scheibe (*b*) mit einem Diameter von ungefähr $0{,}0113^{mm}$.

Alle diese Zellen verhalten sich Reagentien gegenüber denen des Menschen sehr ähnlich; aber viele Verhältnisse treten natürlich bei der bedeutenderen Grösse

an ihnen schöner und schärfer hervor. In dieser Hinsicht sind zu einer ersten Orientirung als leicht zu habende Objekte die Blutkörperchen des Frosches sehr zu empfehlen, bei welchen durch Wassereinwirkung der Kern [3]) jeden Augenblick sichtbar gemacht werden kann (Fig. 114).

Ihr Zellenkörper dürfte noch theilweise Protoplasma enthalten [*Hensen*, *Rollett* [4])]; eine Zellenmembran geht wohl sicher der Mehrzahl der Froschblutkörperchen ab, wie die Beobachtung kugliger Abtrennungen [5]), und namentlich die von *Rollett* gemachte Erfahrung lehrt, dass durch den elektrischen Entladungsschlag zwei unserer Zellen zu einer einzigen kugligen Masse zusammentreten können. Einzelne (möglicherweise alternde) Froschblutkörperchen sind dagegen mit einer deutlichen Membran versehen [6]).

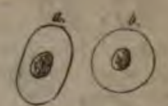


Fig. 114. Zwei Blutzellen des Frosches *ab* mit den granulirten Kernen, wie sie durch die Einwirkung von Wasser hervortreten.

Anmerkung: 1) Man vergl. *R. Wagner* (Beiträge zur vergleichenden Physiologie des Blutes. Leipzig 1833 und Nachträge. Leipzig 1836; *Gulliver* (*Proceedings of Zool. Society*. 152. 1842), das angeführte Werk von *Milne Edwards* und *Welcker* a. a. O. Bd. 20. — 2) Die grössten aller Blutzellen, um ein Drittel die des Proteus übertreffend, hat nach *Riddell Amphiuma tridactylum* (*New-Orleans Med. and Surg. Journ.* 1859. *January*). — 3) Wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, wurde der Kern in den Blutzellen mit Unrecht von Manchen für ein nicht präexistirendes Gebilde, sondern ein nachträglich erzeugtes Kunstprodukt erklärt. Doch bleibt immerhin die Frage, wie der im lebenden Blutkörperchen erscheinende Nukleus und das spätere körnige Gebilde sich zu einander verhalten, eine offene. — 4) Man vergl. den Aufsatz *Hensen*'s in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 11, S. 253, dann *Rollett*, Ueber Zersetzungsbilder der rothen Blutkörperchen, in dessen Abhandlungen aus dem Institute für Physiologie und Histologie in Graz. Heft 1, S. 1, ebenso den *Preyer*'s in *Virchow*'s Archiv Bd. 30, S. 417; ferner ist noch zu verweisen auf *Roberts* in *Quart. Journ. of microsc. Science*. 1863. *Journ. p.* 170. Von Interesse ist ein Bild, welches man an den grossen Blutzellen nackter Amphibien nicht selten gewinnt. Der Kern ist von einer farbigen dünnen Schicht umhüllt und diese verlängert sich in Gestalt radiärer Streifen zur Peripherie. Die zwischen den Radien übrig bleibenden kegelförmigen Räume erscheinen wasserhell ohne gelbe Färbung. Eigenthümliche Ansichten über die Struktur gekernter Blutzellen hat endlich vor einigen Jahren *Brücke* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 56, Abth. 2, S. 79) entwickelt. Wir glauben sie trotz *Stricker* (*Pflüger*'s Archiv für die gesammte Physiologie Bd. 1, S. 590) übergehen zu dürfen. In der frühen Fötalperiode bildet übrigens Protoplasma den Körper sämmtlicher Blutzellen. — 5) Ueber die Wirkung einer konzentrirteren wässerigen Harnstofflösung und die dadurch erzielten Abschnürungen machte schon vor längeren Jahren *Koelliker* interessante Beobachtungen (Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 7, S. 183). Man vergl. ferner *Rollett*'s Arbeiten a. a. O. und *Preyer*'s Aufsatz. — Die Froschblutzellen in Extravasaten bieten, wie letzterer fand, sehr auffallende, an die Wärmeveränderungen der menschlichen Blutkörperchen erinnernde Abschnürungen (§ 67) dar, während die Erhitzung an den Zellen des Frosches nach bisherigen Erfahrungen nur den Austritt kleiner Kügelchen, nicht aber jene sonderbaren gestielten Ablösungen herbeiführt. (*Schultze* a. a. O.; ich). — 6) *Hensen*, *Preyer*, l. l. c. c. — Eigene Beobachtungen sind damit im Einklang.

§ 69.

Während das farbige Blutkörperchen (abgesehen von den so merkwürdigen typischen Schwankungen im Wirbelthierkreis) bei dem gleichen Geschöpfe eine grosse Einförmigkeit und Uebereinstimmung darbietet und als die ausgebildete fertige Zelle des Blutes betrachtet werden muss, die keinerlei Weiterentwicklung im Organismus mehr erleidet, sondern durch Platzen und Auflösung einfach später zu Grunde geht, tritt uns ein ganz anderes Verhältniss bei dem zweiten zelligen Formelemente unserer Flüssigkeit entgegen, der farblosen Blutzelle oder der sogenannten Lymphoidzelle des Wirbelthierblutes. In ihr erhalten wir eine werdende, eine in der Bildung begriffene Zelle mit den Verschiedenheiten differenter Entwicklungsstufen (möglicherweise auch mit gewissen Rückbildungsformen). Wir treffen desshalb in der Regel in einem und demselben Kör-

per verschiedene Erscheinungsweisen unserer Zelle [1]. Doch sehen wir nach ihren Charakteren!

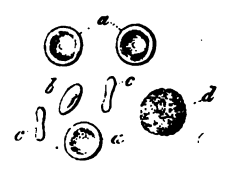


Fig. 115. Farbige Blutkörperchen des Menschen *a—c*; daneben bei *d* eine farblose Zelle, ein sog. Lymphkörperchen.

Die farblosen Zellen des Menschen (Fig. 115. *d* u. 116. 1—4) erscheinen im ruhenden oder abgestorbenen Zustande von mehr kugliger Form und unter beträchtlichen Verschiedenheiten der Grösse. Kleine messen im Mittel nur 0,0050^{mm}, etwas ansehnlichere erreichen den Durchmesser eines farbigen Blutkörperchens. Meistens aber erscheinen die farblosen Elemente grösser, 0,0077—0,0120^{mm}. Ich erhalte für mein eigenes Blut im Mittel und bei weitem am häufigsten 0,0091^{mm}.

Das Ansehen dieser Zellenform allein ist ein feinkörniges und ihr Kontour ein mehr höckeriger. Molekularbewegung bieten jene Körnchen in gewöhnlicher Umgebung nicht dar: doch stark vergrössert, können sie das Bewegungsspiel gleich allen Lymphoidzellen zeigen [*Richardson* [2]]. In den meisten Fällen sind die Moleküle des Protoplasma sehr klein und zart; in einzelnen Exemplaren findet man beträchtlich grössere, dunklere, aus Fett bestehende (und wohl von Aussen her aufgenommene (Körnchen eingebettet (Fig. 116. 4). Der Kern (in den kleinsten Zellen nur von sehr dünner Protoplasmaschicht umlagert) ist in vielen Fällen ohne weiteren Zusatz nicht zu erblicken.

Bei einem Theil tritt er schon durch das Hinzufügen von Wasser, aber verändert hervor (Fig. 116. 5), wobei die Zelle sich gewöhnlich etwas aufbläht und eine glattere feinere Begrenzung erhält. Leicht erscheint er bei Anwendung der Essigsäure.

Der Nukleus zeigt sich dann nicht selten glattrandig (Fig. 116. 6), gewöhnlich mehr oder weniger höckrig (7, 8) und mit Kernkörperchen versehen. Seine Form ist die rundliche oder eine länglich runde; oft namentlich bei längerer Einwirkung der Essigsäure eine unregelmässige. Der Durchmesser des Kernes beträgt vielfach 0,0077—0,0052^{mm}. Häufig erscheint der Nukleus nierenförmig (9); in anderen Fällen besteht er aus zwei sich berührenden oder drei derartigen Stücken (10, 11). In Folge längerer Einwirkung des angeführten Reagens liegen nicht selten die beiden oder die drei Kernstücke räumlich getrennt. Endlich begegnet man Zellen, deren Nukleus unter diesen Verhältnissen in vier, fünf, sechs (12), ja sieben Theile gespalten ist. Nehmen wir noch hinzu, dass in einzelnen unserer Lymphkörperchen Kerne vermisst werden, so bedarf die eben erwähnte Verschiedenartigkeit der farblosen Blutzellen keines weiteren Beleges.

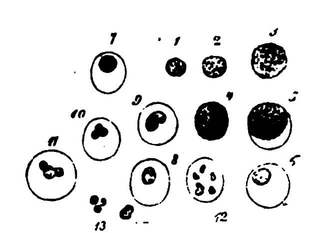


Fig. 116. Farblose Blutkörperchen des Menschen. 1—3 unveränderte gewöhnliche Zellen; 4 eine an Fettkörnchen reiche; 5 beginnende Wassereinwirkung; Hervortreten der Kerne bei 6—11; 12 der Kern durch Essigsäure in 6 Stücke zertheilt; 13 die Kerntrümmer frei.

Verglichen mit der farblosen ist die ungefärbte Zelle gegen Reagentien weniger empfindlich [3]. Ebenso lehrt die Beobachtung schwimmender Blutzellen, dass die farblosen Zellen weniger leicht rollen, öfter anhängen, überhaupt weniger gut von der Stelle kommen, was man einer gewissen Klebrigkeit der Oberfläche zuzuschreiben hat. Sie sind endlich spezifisch leichter, als ihre farbigen Gefährtinnen. Jeder mit Wasser reichlich verdünnte Bluttropfen zeigt das farblose Formelement sich allmählich an der Oberfläche ansammeln. Auf ihre Lagerung im geschlagenen, sowie nicht selten im geronnenen Blute, den besten Beweis ihrer geringeren Eigenschwere, kommen wir weiter unten zurück.

Anmerkung: 1) Wir müssen dieses gegenüber den Angaben von *Virchow* (Gesammelte Abhandlungen etc. Frankfurt 1856, S. 165) festhalten; auch *Schultze* ist derselben

Ansicht. Schon vor längeren Jahren hatte übrigens *Wharton Jones* in dem Blute der verschiedensten Wirbelthiere fein- und grobkörnige Lymphkörperchen nachgewiesen (*Philos. Transact.* 1846, *Part. II. p.* 63). — 2) *Quarterly microsc. Journal*, 1869. *p.* 245. — 3) Während die gefärbte Blutzelle des Menschen in ihrer charakteristischen Eigenthümlichkeit von jeder Verwechslung mit anderen Zellen des Körpers geschützt ist, gestaltet sich das Verhältniss bei den farblosen Blutkörperchen anders. In gar manchen albuminhaltigen Flüssigkeiten des Organismus, in der Lymphe, dem Chylus, Schleim (und Eiter), ebenso dem Speichel, tritt uns eine ganz ähnliche oder richtiger gesagt, die gleiche Zelle entgegen, so dass die Unterscheidung nicht möglich ist. Dass die oben erwähnten Verschiedenheiten unseres Gebildes wohl theilweise mit Altersdifferenzen zusammenfallen, dürfte keinem Zweifel unterliegen, die Entscheidung aber, was ältere, was jüngere Zelle, kaum möglich sein. — Auch im Thierblute treten stets die farblosen Elementartheile auf, aber geringeren Verschiedenheiten des Ausmaasses unterworfen, als die farbigen. Nach der Grösse der letzteren können sie die grössere, aber auch die kleinere Zellenformation darstellen.

§ 70.

Während die farbigen Zellen im frischen Blute ohne Zeichen einer aktiven Formveränderung bleiben und nur durch ihre Elastizität und Dehnbarkeit sich auszeichnen, gehören die farblosen Blutkörperchen in der bei weitem grössten Mehrzahl zu den schon früher (§ 49) erwähnten kontraktilen Zellen, und ihre Bewegungsfähigkeit erhält sich im kühl aufbewahrten Blute Tage lang. Die Gestaltveränderungen lassen sich im erkalteten Präparate nur mühsam erkennen und erfolgen langsam und träge (Fig. 117). Völlig ändert sich aber die Szene, wenn man die Körperwärme bei der Beobachtung künstlich herstellt (Fig. 118). Jetzt gewahrt man die lebhaftere Entwicklung oft sehr langer Ausläufer und zum Theil wunderliche Gestaltungen des Lymphkörperchens. Dieses kriecht dabei amöbenartig über die Glasplatte hin und nimmt kleine Körnchen (Zinnober, Karmin, Milch) in sein Inneres auf. Doch ist hierzu eine gewisse Grösse des Lymphkörperchens erforderlich. Kleine bilden nur unbedeutende Ausläufer und schieben sich nicht von der Stelle; die allerkleinsten von 0,0050mm haben endlich nicht einmal mehr einen Gestaltwechsel [1].



Fig. 117. Kontraktile Lymphoidzellen aus dem Blute des Menschen bei Abkühlung.



Fig. 118. Dieselben Elemente, zum Theil mit aufgenommenen Farbemolekülen bei Körperwärme.

Auch im Blute der kaltblütigen Thiere erkennt man mühelos den gleichen Gestalt- und Ortswechsel des Lymphkörperchens. Der Frosch und Salamander geben bezeichnende Anschauungen [2].

Die relative Menge der farblosen Blutkörperchen gegenüber den farbigen Zellen ist stets eine unbedeutende und beim Menschen in der Regel eine sehr geringe, oft verschwindend kleine zu nennen, indem auf ein Tausend letzterer nur ein oder höchstens ein paar farblose Körperchen kommen. Am geringsten ist die Menge der farblosen Zellen im nüchternen Zustande 1000 : 0,5, 2 bis gegen 3 [3]. Ebenso scheint ein höheres Alter eine Abnahme der Lymphkörperchen zu bedingen. Ihre Menge steigt dagegen nach Nahrungsaufnahme, besonders nach reichlicher animalischer Mahlzeit [4]. Ferner gibt man an, dass in der Schwangerschaft sowie im kindlichen Alter, endlich auch nach starken Blutentleerungen die Zahl derselben eine grössere sei, alles Verhältnisse, welche mit einer regeren Blutbildung zusammenfallen.

Auch in den einzelnen Gefässbezirken sind die Mengenverhältnisse unserer beiden Zellenformen nicht die gleichen. In dieser Hinsicht verdient als merkwürdiger Umstand hervorgehoben zu werden, dass die aus Leber und Milz abfliessende Blutmasse ganz ungewöhnlich reich an farblosen Zellen ausfällt [5]), indem auf ein Tausend gefärbter Zellen 5, 7, 12, 15 und mehr farblose kommen können. Unter pathologischen Verhältnissen vermag sich die Proportion beiderlei Zellen gleichfalls sehr zu ändern. Bei einer merkwürdigen, von *Virchow* [6]) näher studirten Krankheit, der sogenannten Leukämie, können die farblosen Zellen in solchen Massen auftreten, dass sie den farbigen an Menge nahe kommen, so dass sich 5—3 farbige Zellen auf eine farblose ergeben. Ja, wie es scheint, vermögen die Lymphkörperchen über jene Zellen hier und da einmal sogar das numerische Uebergewicht zu erlangen [7]).

Von Interesse ist es, beiderlei Zellenformationen des Blutes durch die Adern des lebenden Thieres strömend zu beobachten. Die Schwimmhaut des Frosches (Fig. 119) oder der Schwanz seiner Larve bietet die bequemste Gelegenheit. Man sieht hierbei die farbigen Blutkörperchen leicht und rasch vorbei- und an einander hintreiben, während die farblosen Zellen vermöge ihrer Klebrigkeit viel weniger schnell von der Stelle gelangen und nicht selten der Innenfläche des Gefässes längere Zeit anhaften bleiben. In den feinsten Gefässen namentlich überzeugt man sich von der hohen Dehnbarkeit und Elastizität des rothen Blutkörperchens, so dass die Zelle z. B. in dem einen Augenblicke verschmälert oder an einer andern weggleitend mit einer Exkavation versehen erscheint, um im nächsten Augenblicke in freieren Strom gelangend die alte Form wieder anzunehmen.

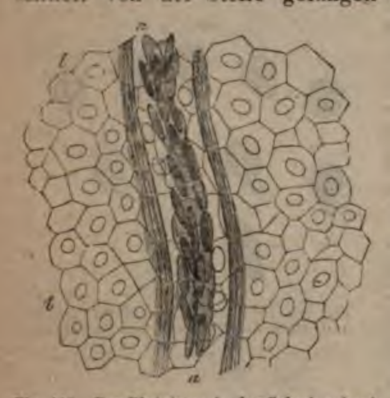


Fig. 119. Der Blutstrom in der Schwimmhaut des Frosches. *a* das Gefäss; *b* die Epithelialzellen des Gewebes.

Noch in weit höherem Grade aber begegnet man diesen passiven Formveränderungen an den strömenden farbigen Blutkörperchen des Säugethieres, welche, so lange sie in Bewegung sind, alle möglichen ihnen aufgezwungenen Formen darbieten, dagegen mit dem Momente der Ruhe alsbald wieder zu der uns bekannten »Napfform« zurückkehren [*Rollett* [8])].

Anmerkung. 1) Vergl. *M. Schultze* a. a. O., dessen Angaben leicht zu bestätigen sind. — 2) Aehnlich der Zeichnung Fig. 66, S. 77. — 3) *Pury* (*Virchow*'s Archiv Bd. 8, S. 301) erhielt in seinem eigenen Blute 4 Stunden nach dem Frühstück farblose Zellen zu farbigen im Verhältnisse von 2,8 : 1000; ich für mein eigenes Blut im nüchternen Zustande 2,3 : 1000, also nahezu die gleiche Zahl, während das Blut eines kräftigen 22jährigen Mannes für diesen Zustand nur 1,2 : 1000 zeigte. *Hirt* (*Müller*'s Archiv 1856, S. 174) bekam dagegen nur 1 : 1716, so dass mithin ein bedeutender Wechsel hier nicht geläugnet werden kann. — 4) *Pury* fand 2 Stunden nach dem Mittagessen in seinem eignen Blute die Proportion von 3,2 : 1000, ich in dem meinen zur selben Stunde 3,3 : 1000, dagegen im Blute eines 4jährigen Knaben 2,9 : 1000. Man vergl. auch *Hirt* a. a. O. — Indessen allen derartigen Untersuchungen, wo durch einen Nadelstich feinen Blutgefässen ein Tröpfchen Blut entnommen wird, heftet sich ein Uebelstand an. Da die farblosen Zellen klebrig und der Gefässwand leicht adhärirend sind, werden manche zurückbleiben und die Zahl jener Elemente im entleerten Blute geringer ausfallen müssen als sie in Wirklichkeit ist. — 5) *Hirt* kam, als er bei Kälbern, die gefastet hatten, Milzarterien- und Milzvenenblut verglich, in drei Fällen zu folgenden Zahlen: 1) in der Arterie 1 : 2600, in der Vene dagegen 1 : 74, 2) in der Arterie 1 : 1843, während die Vene 1 : 54 zeigte und endlich 3) in der Arterie 1 : 2095, in der Vene aber 1 : 82. Ich fand in der Leiche eines an Pneumonie gestorbenen alten Mannes in der Milzvene die Proportion von 1 : 102. Aehnliche Untersuchungen verdankt man *Hirt* auch für die Lebergefässe: 1) Pfortader 1 : 708, Lebervene 1 : 68. 2) Pfortader 1 : 768, Lebervene 1 : 274. 3) Pfortader 1 : 97, Lebervene 1 : 67. Darnach würde die Pfortader schon eine gesteigerte Zahl der farblosen Zellen in das Organ einführen können und die Vermeh-

rung in der Lebervene wechselnder als in der Milz ausfallen. — 6) Die Leukämie, bei welcher Anschwellungen der Milz und der Lymphdrüsen vorzukommen pflegen, kann beim höchsten Grade des Leidens ein »weisses Blut« darbieten. Die Menge der farblosen Zellen gegenüber den farbigen ist enorm gestiegen, aber bedeutend wechselnd (*Virchow* in seinen gesammelten Abhandlungen S. 148, 192 und 211). — 7) Im leukämischen Blute hat man auch mehrfach gekernte farbige Blutkörperchen beobachtet. Man vergl. *Erb* in *Virchow's* Archiv Bd. 34, S. 192, *Böttcher* a. a. O. Bd. 36, S. 364 und *Klebs* Bd. 38, S. 190. — 8) a. a. O. (Bd. 50). *Klebs* (Centralbl. für die mediz. Wissensch. 1863, S. 851) nahm irrthümlich die erwähnte Formveränderung für eine aktive.

§ 71.

Fragen wir nach dem Ursprung der farblosen Zellen des Blutes, so kann über die Herkunft einer Anzahl nicht wohl Zweifel herrschen. Es sind eben die Zellen der Chylus- und Lymphbahn (und wie wir später sehen werden, theils aus den Chylus- und Lymphdrüsen passiv ausgeschwemmt, theils aktiv ausgewandert), oder sie stammen aus dem Milzgewebe und dem Knochenmark her und sind von dem venösen Blutstrome dieser Organe weggeführt worden.

Was ferner die Bedeutung unserer Zellen betrifft, so betrachtete man sie schon seit längern Jahren, und — wir dürfen jetzt sagen — mit Recht als Zellen, die in farbige Blutkörperchen überzugehen und so den Verlust der letzteren nach dem Grade ihres Untergangs zu decken bestimmt wären. Die farblosen Zellen galten somit als Ersatzzellen der farbigen.

Eine wunderbare Entdeckung *von Recklinghausen's* [1]) hat nämlich diese Vermuthung bestätigt. Entleertes Froschblut, vor Verdunstung geschützt und mit einer täglich mehrmals erneuerten atmosphärischen Luft aufbewahrt, zeigt nach 11 bis 21 Tagen eine Umwandlung farbloser Zellen in die gefärbten charakteristischen Blutkörperchen des Thieres. — Wie viele oder wie wenige der ungefärbten Zellen im lebenden Körper aber wirklich diese Umwandlung erfahren, darüber besitzt die Wissenschaft zur Zeit noch keine Thatsachen. Die darauf bezüglichen Darstellungen werden nach den Hypothesen über die Mengen von Chylus und Lymphe, welche täglich in die Blutbahn einströmen, sowie über die uns ebenfalls noch ganz unbekannte Lebensdauer der farbigen Blutzellen sehr verschieden ausfallen müssen. Immerhin ist es aber sehr wahrscheinlich, dass ein grosser Theil der farblosen Zellen das Ziel nicht erreicht und, ohne zur farbigen Zelle sich umzuwandeln, zu Grunde geht.

Aber auch über das Wie dieser Umwandlung der ungefärbten zur farbigen Zelle fehlen uns noch zur Zeit die näheren Beobachtungen. Wir können nur etwa sagen, dass die farblose Zelle meist unter Verkleinerung sich zur platten kreisrunden Scheibe metamorphosiren und mit Verlust des Kernes und des Protoplasma den gelben farbigen Inhalt in sich erzeugen werde. Bei den Wirbelthiergruppen, wo ein Kern in der farbigen Zelle vorkommt, ist jenes Gebilde bleibend.

Etwas besser ist man über den Ort der Umbildung aufgeklärt. Einmal scheint es die ganze Blutbahn, indem man bei den drei niederen Wirbelthierklassen spärliche Zwischenformen bemerkt, d. h. neben den gewöhnlich kolorirten gekernten Blutkörperchen anderen begegnet, welche bei rundlicher oder ovaler Gestalt viel blasser gelblich gefärbt sind (»blasse Blutkörperchen«). Leicht lassen sich dieselben namentlich in dem so grosszelligen Blute von Fröschen und Salamandrinen erkennen [2]). — Dann finden sich bei Mensch und Säugethier gerade im Milzblute ganz ähnliche Zellen, von welchen man nicht zu sagen weiss, ob es noch Lymphzellen oder ob es schon farbige Blutkörperchen sind [3]). Endlich kommen nach der Entdeckung von *Bizzozero* und *Neumann* [4]) im Knochenmark, namentlich dem rothen, solche Uebergangszellen vor.

Anmerkung: 1) S. *von Recklinghausen* im Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 2, S. 137 mit Bestätigung durch *Koelliker* (Gewebelehre, 5. Aufl., S. 640). Man vergl. fe

A. Schklarewsky im Centralblatt 1867, S. 865. — 2) Vergl. die Aufsätze von *Wharton Jones* und *Hensen*, ebenso *Ecker's* Icon. physiol. Tab. 3, Fig. XI und XIII. — 3) *Funke*, Physiologie, 4. Aufl., Bd. 1, S. 181; *Koelliker*, Würzburger Verhandlungen Bd. 7, S. 188. Aus dem Inhalt des *Ductus thoracicus* sind derartige Zwischenformen schon länger bekannt. Einem aufmerksamen Beobachter können sie daselbst nicht wohl entgehen. — Man s. auch noch *W. Erb* in *Virchow's* Archiv Bd. 34, S. 138, *Klebs* ebend. Bd. 38, S. 190. Indessen neue Erfahrungen über das Eingedrängtwerden farbiger Blutkörperchen in Lymphbahnen, deren wir später gedenken werden, mahnen hier zu grösster Vorsicht. — 4) Vergl. *G. Bizzozero* (*Gaz. medica lombarda* 9. *Jan.* 1868 und *E. Neumann* im Archiv der Heilkunde Bd. 10, S. 68 und 220 (1869). Es scheint, dass (wenn auch in späterer Lebenszeit abnehmend) das Knochenmark eine derartige Rolle immer spielt. Freilich, ob diese Umwandlung in den Blutgefässen stattfindet, oder ob diese Zellen aus dem »lymphoiden« Knochenmarkgewebe in die Blutbahn eingedrungen sind — darüber, wie über manches Andere haben zukünftige Untersuchungen zu entscheiden. Man s. noch *H. Hoyer* im Centralblatt 1869 S. 244 und 257. — In einer andern Mittheilung (Archiv der Heilkunde Bd. 12, S. 187) berichtet uns *Neumann*, dass der Blutstrom neugeborner Kinder regelmässig solche kernhaltige Blutkörperchen noch führe. 16 Tage nach der Geburt traf er sie einstmals nicht mehr an.

§ 72.

Während das Blut in anatomischer Hinsicht als ein ziemlich einfaches Gewebe mit flüssiger Interzellularsubstanz erschien, bringt seine physiologische Stellung eine sehr verwickelte Mischung mit sich. Indem es nämlich den Mittelpunkt des vegetativen Geschehens, das grosse Stromgebiet des Stoffwechsels darstellt, müssen in ihm (wenn auch vielfach noch in andern Verbindungen) die Stoffe erwartet werden, welche zur Gewebebildung wie zur Ernährung überhaupt dienen. Ebenso treten durch es die verschiedenartigen Umsatzprodukte hindurch, die in den Absonderungen den Körper verlassen. So kann es uns denn auch kein Wunder nehmen, wenn die wichtigsten Substanzreihen des Organismus, mit welchen uns eine frühere Betrachtung vertraut machte, beinahe alle in dem Blute vertreten sind. Die Schwierigkeit der Untersuchung bringt es indessen mit sich, dass hier noch viele Lücken des Wissens zur Zeit existiren.

Die Stoffe aber, welche man mit grösserer oder geringerer Sicherheit gegenwärtig als Blutbestandtheile ansehen darf, würden folgende sein: 1) Aus der Gruppe der Eiweisskörper: Hämoglobin, Albumin, die beiden Konstituenten des Fibrin, nämlich die fibrinogene und fibrinoplastische Substanz, zu welchen wir hier noch das aus Hämoglobin abzuspaltende Globulin stellen wollen. Vermisst wird das Kasein. Ebenso fehlen die Leimsubstanzen und die elastische Materie im Blute[1]. — 2) An festen Fettsäuren und zwar gewöhnlich verseift, seltener als Neutralfette: die Stearinsäure, Palmitinsäure (und Margarinsäure?), zu welchen die Oelsäure hinzukommt. An flüchtigen Fettsäuren Buttersäure; ferner sind die Gehirnstoffe Lecithin und Cerebrin, ebenso das Cholestearin in unserer Flüssigkeit vorhanden. — 3) An Kohlenhydraten: Traubenzucker, während man Milchzucker und Inosit vermisst hat. — 4) An stickstofflosen, wie stickstoffhaltigen Säuren: Milchsäure, Bernsteinsäure (?) während andere wie Oxalsäure, Benzoësäure, Gallensäuren fehlen. — 5) An Amiden, Amidosäuren und Basen: Harnstoff, Kreatin (?), Kreatinin (?), Hypoxanthin (?), Xanthin (?), während dagegen andere verwandte Stoffe, wie Leucin, Tyrosin, Glycin, Taurin nicht in ihm enthalten sind. — 6) Extraktivstoffe und endlich 7) zahlreiche Mineralbestandtheile, und zwar neben Wasser an Basen: Kalkerde, Magnesia, Kali, Natron; ferner an Metallen Eisen, Kupfer und Mangan (?), an Säuren: Kohlensäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Salzsäure und Kieselsäure und endlich an Gasen: Kohlensäuregas, Sauerstoff- und Stickgas.

Es hat indessen eine solche chemische Kenntniss des Gesammtblutes nur einen sehr untergeordneten Werth, indem höchstens für chemische Statistik einige Folge-

rungen zu gewinnen sind. So sieht man eben nur aus einer derartigen Aufzählung der Mischungsbestandtheile des Blutes, dass die wichtigsten Nahrungskörper in ihm enthalten sind und ein Theil der Umsetzungsprodukte unseres Leibes ebenfalls nicht fehlt.

Bei dem Reichthum der Mischungsbestandtheile wird es sich vielmehr vor allen Dingen darum handeln, zu ermitteln: 1) welche Stoffe und in welchen Mengenverhältnissen bilden die farbigen Blutkörperchen? 2) wie sind die farblosen zusammengesetzt? 3) aus welchen Materien besteht die Interzellularflüssigkeit des Blutes, sein sogenanntes Plasma? 4) da zu erwarten steht, dass ein Theil der Mischungsbestandtheile des Gesammtblutes sowohl in den zelligen Elementen als in der Flüssigkeit zugleich vorkommt, wird zu bestimmen sein, in welchen relativen Mengenverhältnissen sie in den Zellen wie in dem Plasma erscheinen.

Nur auf diesem Wege kann von einer irgendwie genügenden Einsicht in die chemische Konstitution und das physiologische Geschehen des Blutes überhaupt die Rede sein, kann ermittelt werden, was die Blutzelle in chemischer Hinsicht ist und was die Flüssigkeit, in der sie schwimmt und mit welcher sie in einem beständigen Wechselverhältniss begriffen ist.

Fragen wir nun, wie weit die eben gestellten Anforderungen bei dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft als erfüllt zu betrachten sind und wie weit nicht, so ist darüber Folgendes festzuhalten: Es ist bis zur Stunde unmöglich gewesen, die farblosen Blutzellen von den farbigen zu isoliren. Wir sind desshalb über die Mischung der ersteren völlig im Dunkeln und werden die farbigen Zellen auf der anderen Seite stets verunreinigt mit den farblosen, welche wir nicht auszuscheiden vermögen, erhalten müssen, eine Fehlerquelle, welche jedoch bei der sehr geringen Zahl der Lymphkörperchen im menschlichen Blute nur eine geringe ist. Dann vermögen wir nur ausnahmsweise einmal — und auch da nur ungenau — die farbigen Blutzellen frisch, d. h. wie sie wasserhaltig im Blute strömen, zu bestimmen. Dieses ist ein Uebelstand, welcher die früheren Analysen namentlich dadurch völlig unbrauchbar macht, dass die Chemiker genöthigt waren, den Gesammtwassergehalt des Blutes ganz irrthümlich dem Plasma allein zuzurechnen, statt dass er, wie es sich von selbst versteht, hätte auf Plasma und Zellen vertheilt werden müssen. Sonach konnte das Plasma mit einem ganz natürlich hohen Wassergehalt erscheinen, während den Vorstellungen über die Konstitution der feuchten strömenden Blutzelle ein weiter Spielraum gegeben war [1].

Anmerkung: 1) Wir können hier nicht in die reichhaltige Literatur der Blutmischung eintreten und verweisen den Leser auf die genaue und gute Behandlung des Gegenstandes in *Lehmann*'s physiologischer Chemie. Bd. 2, S. 125, in *Gorup*'s physiol. Chemie S. 293 sowie zoochemische Analyse S. 336, bei *Hoppe* S. 302 und *Kühne* S. 160. Unter andern Erscheinungen der Literatur heben wir nur hervor: *C. Schmidt*, Charakteristik der epidemischen Cholera. Leipzig und Mitau 1850; *Hoppe* in *Virchow*'s Archiv Bd. 12, S. 483, Bd. 23, S. 446 und Bd. 29, S. 233, sowie *Sacharjin* a. d. O. Bd. 21, S. 337.

§ 73.

Erst in neuerer Zeit gelang es *Hoppe* [1], den Gehalt des Blutes an feuchten Zellen zu bestimmen. Es ist hierzu ein ungewöhnlich spät gerinnendes Blut erforderlich, in welchem die niedersinkenden Zellen bereits aus der oberen Flüssigkeitsschicht verschwunden sind. Bestimmt man einmal in einer Quantität des zellenfreien Plasma den Faserstoffgehalt und ferner in einer Quantität Blut ebenfalls die Fibrinmenge, so lässt sich durch eine einfache Rechnung die Quantität Blutplasma und durch Subtraktion die Menge der feuchten Blutkörperchen finden.

Das Pferdeblut zeigt aber nach *Hoppe* folgende Zusammensetzung:

1000 Theile enthalten:

Plasma	673,8
Feuchte Blutkörperchen	326,2

1000 Theile Blutkörperchen enthalten:

Wasser	565
Feste Bestandtheile . .	435

1000 Theile Plasma enthalten:

Wasser	908,4
Feste Bestandtheile . .	91.6
Faserstoff.	10,1
Albumin	77.6
Fette	1.2
Extraktivstoffe . . .	4.0
Lösliche Salze . . .	6.4
Unlösliche Salze. . .	1,7

Aus der vorangehenden Analyse ergibt sich ein Wassergehalt der Zelle von nicht ganz $^{3}/_{5}$, des Plasma von $^{9}/_{10}$. Die Differenzen des spezif. Gewichtes [Zelle =1,105 [2]), Plasma 1,027—28 beim Menschen] fallen damit zusammen. Wie wir bald sehen werden, bestehen die festen Bestandtheile des Blutkörperchens wesentlich aus dem Hämoglobin, einem Stoffe, welcher dem Plasma gänzlich mangelt, während für dieses Fibrin und Albumin eigenthümliche Substanzen bilden.

Anmerkung: 1) a. a. O. — *Sacharjin* erhielt nach 6 Analysen im Mittel 354 feuchte Zellen in 1000 Theilen Pferdeblut. *C. Schmidt* nach einer weniger genauen Methode kam für das menschliche Blut zu 413 Gewichtstheilen der Zellen mit einem spezif. Gewichte von 1,089 und 587 Plasma von 1028 spezif. Schwere. — 2) Das im Texte gegebene spezif. Gewicht des menschlichen Blutkörperchens ist von *Welcker* a. a. O. Bd. 20, S. 274) bestimmt worden.

§ 74.

Gehen wir jetzt zur Besprechung der Mischung der Blutzellen über, so scheiden die farblosen Elemente, welche, wie schon früher bemerkt, nicht isolirt werden können, aus. Das Wenige, was über sie sich etwa angeben liesse, wird bei der Erörterung von Chylus und Lymphe ohnehin passender zur Sprache kommen. — Die farbigen Zellen erschienen uns für Mensch und Säugethier als kernlose Gebilde, bestehend aus einer homogenen gelblichen quellenden Substanz, welche einen regen Austausch der Stoffe erkennen liess. Es werden demnach alle Substanzen, welche die Blutzelle enthält, wenn wir eine Hülle derselben absprechen, im Zustande der Quellung und Lösung in jener enthalten sein müssen. Diese Mischungsbestandtheile des farbigen Blutkörperchens sind aber zahlreiche.

Der Zellenkörper besteht nun zunächst aus dem Hämoglobin (§ 13), wie schon erwähnt, in einen Eiweisskörper und einen Farbestoff sich zerspaltend. Es sind das Globulin (§ 12) und das Hämatin (§ 35). Allerdings, da sich beiderlei Substanzen nicht genau von einander trennen lassen, ist ersterer Körper nur unrein dargestellt worden. Er erscheint in der Zelle in einer bei weitem den Farbestoff überwiegenden Menge; 1000 Theile Blutkörperchen des Pferdes besitzen z. B. (nach *Sacharjin*) 360,4 feste Bestandtheile mit 19,9 Hämatin und 321,1 Globulin.

Die Blutkrystalle, welche *Funke* zuerst in dem Milzvenenblut entdeckte, haben bereits in § 13 ihre Erörterung gefunden [1]).

Die krystallisirende Substanz der Blutzellen ist nun keineswegs identisch, indem schon die grössere oder geringere Leichtigkeit, mit welcher bei den einzelnen Thierarten die Krystallisation eintritt, auf Differenzen hinleitet, die durch die Verschiedenheiten der Krystallform [2]) ihre weitere Bestätigung finden (Fig. 120. 121).

Der Farbestoff der Blutzelle ist schon um seiner Zusammensetzung willen, in welcher Eisen enthalten, einer der merkwürdigsten Stoffe des Körpers. Da wir ihn weder in dem Plasma des Blutes noch in den Ersatzflüssigkeiten desselben,

Lymphe und Chylus, antreffen, so muss er durch die chemische Thätigkeit der lymphoiden Zelle gebildet werden, ein Prozess, der uns noch unbekannt ist. Der Farbstoffgehalt des Blutkörperchens ist im Uebrigen keineswegs immer der gleiche,



Fig. 120. Hämoglobinkrystalle des Meerschweinchens (obere) und des Pferdes (untere Hälfte).



Fig. 121. Hämoglobin des Eichhörnchens, im hexagonalen System krystallisirend.

wofür schon das bald gelblichere, bald blassere Ansehen einzelner Zellen spricht; ebenso die verschiedene Färbungskraft, welche einzelnen Blutarten gegenüber einem Wasserzusatz zukommt.

Ferner hat man in der Blutzelle die fibrinoplastische Substanz *Schmidt*'s und wie es scheint in nicht ganz unbeträchtlicher Menge — Lecithin und Cerebrin — (§ 20) [*Hoppe*[3], *Hermann*), daneben noch Cholestearin getroffen. Schon *Berzelius* hatte vermuthet, dass »phosphorhaltige Fettsubstanzen, welche man im Gesammtblute angetroffen hatte, der Zelle angehören möchten. Später bestätigte dieses *Lehmann*. Im Uebrigen scheinen die Zellen des venösen Blutes reicher an jenen Gehirnsubstanzen zu sein, als diejenigen des arteriellen.

Die Zersetzungsprodukte der Blutkörperchen kennt man noch nicht näher; nur das Hämatoidin (§ 35) muss als ein Umwandlungsprodukt der im lebenden Körper zerfallenden Blutzelle bezeichnet werden, ebenso mit grosser Wahrscheinlichkeit das Bilirubin (§ 37) und wohl noch Cholestearin. Soweit nicht jene Produkte des Umsatzes rasch die Zelle verlassen oder eine alsbaldige weitere Zersetzung erleiden, woran gedacht werden kann, erscheinen sie in der wenig erquicklichen Gestalt der sogenannten Extraktivstoffe (S. 56 Anmerkung).

Von grossem Interesse ist endlich das Verhalten der Mineralbestandtheile, welche der Zelle im Gegensatze zum umgebenden Plasma zukommen, eine Seite der Blutmischung, welche man *C. Schmidt* verdankt. Es treten unter den Salzen der Blutzelle solche auf, welche im Wasser löslich sind, aber in geringerer Menge, als wenn die Zelle einfach vom Plasma durchtränkt wäre. Die Blutzelle erscheint nun ferner ärmer an Chlor, aber reicher an Phosphorsäure als das Plasma; ebenso zeigt sie einen viel höheren Kaligehalt, dagegen eine beträchtlich geringere Menge Natron als die Flüssigkeit. Wir erhalten somit in der Zelle vorzugsweise die phosphorsauren Alkalien, ebenso das Chlorkalium, während umgekehrt das Kochsalz in dem Plasma vorwiegt. Letzteres ist endlich reicher an phosphorsauren Erden als die Zelle.

Da Eisen in der Interzellularflüssigkeit nicht angetroffen wird (*C. Schmidt*), so muss der Gesammtgehalt des Blutes an diesem Metall der Zelle angehören. Auch Kupfer und das Mangan[4]) (dessen Existenz im Blute überhaupt noch sehr zu bezweifeln ist) dürften wohl der Analogie nach dem Zelleninhalt zuzuschreiben sein.

Endlich besitzen an Gasen die rothen Blutkörperchen fast die ganzen Sauerstoffmengen der Gesammtflüssigkeit, welches Gas in loser chemischer Verbindung mit dem Hämoglobin steht[5]) — und dieses ist das beste Stück unseres dermaligen Wissens von der physiologischen Bedeutung jener Gebilde. Indessen enthalten unsere Zellen auch Kohlensäure (*A. Schmidt*) und vielleicht einen kleinen Theil Stickgas chemisch gebunden.

Woraus die Kerne der Blutkörperchen niederer Wirbelthiere bestehen, weiss man noch nicht mit Sicherheit; man vermuthete einen dem Fibrin ähnlichen Eiweisskörper; in neuerer Zeit glaubt *Brunton*[6]) Mucin annehmen zu dürfen.

Anmerkung: 1) Hinsichtlich der Literatur verweisen wir auf § 13. — 2) Der Untersuchungen von *Lang* und *Rollett* hat schon § 13 ebenfalls gedacht. — 3) Vergl. dessen Handbuch der physiol.- und patholog.-chemischen Analyse, 2. Aufl., S. 304. — 4) Die Beobachtungen über das Erscheinen beider Metalle im Blute s. in *Lehmann*'s Zoochemie S. 144. — 5) Die Blutzellen besitzen, wie *Schönbein* und *His* fanden, auffallende Verwandtschaft zum Ozon und entziehen andern Körpern das aufgenommene Ozon. Vergl. ferner *A. Schmidt*, Hämatologische Studien. Dorpat 1865. — 6) Vergl. *T. L. Brunton* im *Journ. of Anat. and Physiol. Vol.* 4, *p.* 91.

§ 75.

Die Zahl der Substanzen, welche die Interzellularflüssigkeit des Blutes in Lösung hält, ist eine noch beträchtlichere, als die der Zelle waren.

Wir treffen zunächst im Plasma mehrere Körper der Eiweissgruppe.

Einmal erhalten wir die beiden Konstituenten des Faserstoffs, die fibrinogene Substanz und die fibrinoplastische, letztere aus den Blutzellen in unsere Flüssigkeit übergetreten (§ 11). Das von ihnen gebildete geronnene Fibrin erscheint im Mittel etwa zu 4 auf 1000 Theile Blutflüssigkeit, bietet jedoch in seinen Mengenverhältnissen schon im gesunden Zustande beträchtliche Schwankungen dar[1]).

Das Eiweiss (Serumalbumin), welches, wie die vorangeschickten Analysen schon lehrten, in bei weitem grösserer Menge im Blutplasma enthalten ist, als der Faserstoff, dürfte durch Salze in Lösung gehalten werden.

Man hat daneben noch als einen anderen Stoff der Eiweissgruppe das *Pannum*'sche Serumkasein angenommen. Doch — wie wir schon früher (§ 12) erfahren haben — ist es kaum etwas anderes als *Schmidt*'s fibrinoplastische Substanz[2]).

Ueber die Fette des Blutserum weiss man zur Zeit ebenfalls noch nicht viel. Sie kommen zum grossen Theile verseift und gelöst, selten als Neutralverbindungen suspendirt in kleinen Molekülen vor. Werden sie in letzterer Form ungewöhnlich massenhaft, so kann die Blutflüssigkeit ein trübes, opalisirendes Ansehen dadurch erlangen (doch geschieht dieses häufiger durch molekuläre Niederschläge eines Albuminates). Uebrigens scheinen die gewöhnlichen Fettsäuren das Plasmafett zu bilden, indem man Oelsäure, Palmitinsäure, Stearinsäure (und Margarinsäure?) (§ 17) hier anzunehmen berechtigt ist. Konstant trifft man in geringer Menge noch einen schon früher berührten eigenthümlichen Körper, das Cholestearin (§ 21), im Plasma an.

Was die übrigen näher bekannten Bestandtheile des Plasma angeht, welche meistens als Zersetzungsprodukte angesehen werden müssen, so ist deren Zahl sicher bei der Natur unsrer Flüssigkeit eine beträchtliche. Man weiss darüber zur Zeit etwa Folgendes: 1) Von organischen Säuren steht für den Normalzustand die Existenz der Milchsäure noch nicht ganz fest, während sie in krankhaftem Blute gefunden ist. Letzteres vermag aus der Gruppe der flüssigen Fettsäuren Ameisensäure zu führen. Essigsäure hat man nach Alkoholaufnahme bemerkt (§ 16)[3]), Bernsteinsäure bei pflanzenfressenden Säugethieren (§ 24). Physiologisch höchst wichtig ist das Fehlen der Tauro- und Glykocholsäure[4]) im Plasma, während dagegen von den Säuren des Harns wohl die Harnsäure angetroffen wird, dagegen die Existenz der Hippursäure (§ 26) zweifelhaft bleibt. An Amiden, Ami-

dosäuren und organischen **Basen** hat man Harnstoff, Kreatin, Kreatinin (?), Hypoxanthin [5]) und auch wohl Xanthin [6]) für den Normalzustand theils sicher, theils mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, eine Reihe, welche sich wohl in den nächsten Jahren noch vergrössern dürfte. Leucin und Tyrosin erscheinen nur pathologisch; sie können bei Leberkrankheiten im Blute vorkommen. — Zu diesen Stoffen kommt noch aus der Gruppe der Kohlenhydrate als Plasmabestandtheil Traubenzucker hinzu (*Bernard* und *C. Schmidt*). Er wird theils mit der Nahrung aufgenommen, theils in der Leber gebildet. Wie *Lehmann* und *Bernard* zeigten, tritt der Krümelzucker im Pfortaderblute entweder gar nicht oder nur in Spuren auf, während das Lebervenenblut an ihm reich ist [7]). Dagegen ist der Milchzucker wahrscheinlich fehlend und der Inosit noch nicht beobachtet worden.

Weiter findet sich noch als Ursache einer schwach gelblichen Färbung des Blutplasma ein unbekannter Farbestoff. Die Gallenpigmente fehlen dagegen im gesunden Zustande dem Plasma (wenigstens in der Regel) [8]). — Die Extraktivstoffe der Blutflüssigkeit kommen in grösserer Menge als in den Zellen vor.

Was ferner die Mineralbestandtheile des Plasma betrifft, so erscheinen diese in quantitativer Hinsicht wesentlich abweichend von denjenigen des Blutkörperchens. Der Gehalt an Chlor ist viel beträchtlicher als in der Zelle, geringer dagegen die Menge der Phosphorsäure. Während in dem Blutkörperchen die Menge des Kali den Natrongehalt übertraf, dreht sich in dem Plasma dieses Verhältniss geradezu um, so dass wir in letzterem die Natronsalze [9]) und ganz besonders das Kochsalz in überwiegender Menge vorfinden.

Die Blutflüssigkeit enthält überdies doppeltkohlensaures Natron, eine kleine Menge Kieselsäure und wohl spurweise Fluorcalcium. Ammoniaksalze in Minimalmenge fehlen dem gesunden lebenden Blute wohl nicht. Eisen, wie schon erwähnt, wurde im Plasma vermisst.

Endlich enthält gleich allen thierischen Flüssigkeiten das Plasma absorbirte Gase, geringe Mengen von O und N, reichlichere von CO_2. Doch daneben erscheint die Kohlensäure noch in zweifacher chemischer Verbindung. Locker gebunden stellte sie das zweite Säureatom des doppelkohlensauren Natron und ist noch in untergeordneter Weise mit dem Natronphosphat vereinigt (§ 43). In fester Verbildung soll sie das erste Säureatom des kohlensauren Natron bilden.

Anmerkung: 1) Dass der Faserstoff überhaupt aus dem Plasma und nicht, wie man früher wähnte, aus der Zelle erhalten wird, hat vor langen Jahren *J. Müller* (Physiologie Bd. I. S. 120. 1834) gezeigt, indem er mit Zuckerwasser verdünntes Froschblut so rasch zu filtriren lehrte, dass erst in dem Filtrat die Gerinnung eintrat. — Neuerdings behauptet wiederum *A. Heynsius* (s. Jahresbericht der Medizin von *Virchow* und *Hirsch* für 1868, S. 89 und Archiv für die gesammte Physiol. Bd. 3, S. 414), dass die Blutzellen Fibrin liefern. — 2) Das Fehlen der Leimstoffe im Blute ist für die Genese der leimgebenden Gewebe eine physiologisch wichtige Thatsache. Nur bei der in einem früheren § berührten Störung der Blutbildung, der sogenannten Leukämie, fand *Scherer*, wie oben (§ 15) erwähnt ist, einmal Leim im Blutplasma. — 3) Flüchtige Fettsäuren, welche höhere Glieder der Reihe bilden, scheinen nicht gänzlich zu fehlen, wofür auch schon der eigenthümliche Geruch frischen Blutes sprechen dürfte. Man könnte an Buttersäure denken; doch ist sie im Blute nicht nachgewiesen. — 4) Auch unter pathologischen Verhältnissen scheinen die beiden erwähnten Säuren nur selten vorzukommen. (*Frerichs*, Klinik der Leberkrankheiten. Braunschweig 1858. Bd. I. S. 100. Da, wie man durch *Bidder* und *Schmidt* weiss, die in den Darm ergossene Galle zu einem grossen Theile wieder durch Resorption in die Blutbahn zurückkehrt, müssen also beide durch die Leberthätigkeit erzeugten Säuren baldige Umwandlungen erfahren und bei dieser leichten Zersetzung aufhören nachweisbar zu sein. — 5) Ueber alle diese Stoffe sehe man den allgemeinen chemischen Theil. — 6) Es ist sehr wahrscheinlich, dass gleich dem Hypoxanthin das so nahe verwandte Xanthin der Blutflüssigkeit nicht fehlen werde, nachdem *Scherer* (Annalen Bd. 107, S. 314) das weite Vorkommen dieser Substanz durch den gesunden Körper beobachtet hat. — 7) Er erfährt indessen gleich dem aus der Nahrung aufgenommenen Zucker eine baldige Zersetzung, durch welche er aufhört nachweisbar zu sein, so dass man an das Verhältniss der Gallensäuren erinnert wird. — 8) In heisser Sommerzeit können Gallenpigmente oder verwandte Farbestoffe aus dem Blut in den Harn gesunder Personen übergehen (vergl. Frerichs a. a.

O. S. 97). — 9 Nach *Sacharjin* fällt das Gesammt-Natrium des Pferdeblutes auf das Plasma. — 10 Der Gegenstand fällt der chemisch-physiologischen Literatur anheim.

§ 76.

Die vorangehenden §§ lehrten an einem Beispiele eine mittlere Blutzusammensetzung kennen. Die Natur unserer Flüssigkeit bringt es mit sich, dass dieselbe nach Geschlecht, Alter, sonstigen Lebensverhältnissen, dem Stand der Ernährung und Absonderungen schon in den Tagen des gesunden Lebens nach den Quantitätsverhältnissen ihrer Bestandtheile beträchtliche Schwankungen erfährt. Diese fallen jedoch mehr der Physiologie als einer Gewebechemie zu. — Das Blut der Männer gilt im Allgemeinen für reicher an Blutzellen als das der Weiber. Ebenso nimmt die Menge der Körperchen im höheren Alter ab und ist in der früheren Lebenszeit eine geringere als beim Erwachsenen. Ferner sinkt die Menge der Zellen bei schlechter Ernährung sowie in Folge von stärkeren Blutverlusten. Unter den festen Bestandtheilen der Interzellularflüssigkeit unterliegt die geronnene Masse, welche man Faserstoff nennt, weit beträchtlicheren Quantitätsschwankungen als das Albumin. Letzteres kommt im Uebrigen in weit höherer Menge als das »Fibrin« vor und muss überhaupt als der für Ernährung und Gewebebildung wichtigste Proteinkörper des Plasma betrachtet werden.

Wichtiger erscheinen dagegen die Differenzen zwischen den einzelnen Blutarten eines und desselben Körpers. Indem das Blut die allgemeine Ernährungsflüssigkeit darstellt, tritt es überall mit den Geweben in einen Austausch der Bestandtheile, gibt Ernährungsmaterialien an sie ab und empfängt andere Stoffe zurück. Da die chemische Beschaffenheit der einzelnen Gewebe und Organe verschieden ist, ebenso ihre Zersetzungsreihen sich ändern, so werden die Mischungsverhältnisse des Bluts in den einzelnen Gefässbezirken sich erheblich modifiziren müssen. Aus der Milchdrüse des säugenden Weibes wird beispielsweise ein anders gemischtes Blut abfliessen als aus der Gehirnsubstanz. Noch erheblicher fallen diese Differenzen in den Drüsen und der Lunge aus. Das Blut, was in die Niere einströmt, wird reicher an Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure, gewissen Mineralbestandtheilen sein müssen, als das der Nierenvene. Das Blut, welches die Lunge verlässt, hat Kohlensäure und Wasser abgegeben, dagegen Sauerstoff aufgenommen u. a. m.

Der rohe Zustand der Blutanalyse hat dieses ergiebige Feld bisher nur höchst dürftig ausbeuten lassen. Wir vermögen kaum Einiges zur Zeit zu bestimmen; so über die Verschiedenheit zwischen arteriellem und venösem Blut, über die Differenzen des Pfortader- und Lebervenenblutes und den Unterschied zwischen dem Inhalt der Milzarterie und Milzvene.

1. Arterielles und venöses Blut. Die übliche Untersuchungsweise vergleicht mit dem arteriellen Blute das aus einer Hautvene entnommene venöse, also nur eine Art des Venenblutes. Man nimmt gewöhnlich an, dass das Arterienblut im Ganzen rascher gerinne und reicher sei an Faserstoff, an Extraktivstoffen, an Wasser und Salzen als das venöse, diesem dagegen in den Mengenverhältnissen von Albumin und Fett nachstehe. Doch ist hierauf kein grosses Gewicht zu legen. Nach *Lehmann* [1]) enthalten kleinere Venen mehr Fibrin und Wasser, aber weniger Zellen als die Arterien. Derselbe Forscher fand, dass die Körperchen des arteriellen Blutes mehr Hämatin und Salze, aber bei weitem weniger Fett als diejenigen des venösen führen. Das arterielle Blut enthält im Verhältniss zu den übrigen Gasen mehr Sauerstoff, das venöse ist reicher an Kohlensäure. Arterielle Blutkörperchen erscheinen roth, venöse mehr grünlich. Venöses Blut ist dichrotisch, in dickeren Schichten dunkelroth, in dünneren grün [*Brücke* [2])]. Gleichen Dichroismus zeigt uns eine Lösung des reduzirten Hämoglobin, während die des Oxyhämoglobin monochromatisch ist.

2. Pfortader- und Lebervenenblut. Schon oben (§ 70) wurde bemerkt, dass die farblosen Zellen im Lebervenenblute in grösserer Menge vorkommen als in dem der Pfortader. Ebenso erscheinen die farbigen Zellen des Lebervenenblutes abweichend von denjenigen der übrigen Blutarten wie der *V. portae* im Besondern (§ 67). Endlich scheidet sich aus dem Lebervenenblut nach *Lehmann*'s jedoch bestrittener Angabe kein Fibrin gerinnend ab, während die Pfortader gewöhnlichen Faserstoff führt[3]. Der ebengenannte Forscher nahm die chemische Untersuchung bei Pferd und Hund vor und erhielt als Resultat einen bedeutend grösseren Reichthum von Zellen im Lebervenenblut sowie eine beträchtliche Wasserabnahme (die durch die Gallensekretion mit Nothwendigkeit erfordert wird). Ferner soll der Albumingehalt desselben ein geringerer sein, als in der Pfortader. Endlich ist (nach *Lehmann*) das Lebervenenblut ärmer an Salzen und Fetten, reicher dagegen an Extraktivstoffen und ganz besonders an Traubenzucker. — Die farbigen Blutzellen der Lebervene zeichnen sich in chemischer Hinsicht durch einen Reichthum fester Bestandtheile aus; aber der Fett-, Salz- und Eisengehalt hat dabei eine Abnahme erfahren[4].

3. Milzarterien- und Milzvenenblut. Schon früher wurde des Milzvenenblutes als der in anatomischer Hinsicht abweichendsten Blutart gedacht, indem es ein sehr grosses Kontingent farbloser Zellen[5] besitzt (§ 70) und Uebergangsformen zwischen beiderlei Zellenarten erkennen lässt. Ebenso ist das Milzvenenblut ausgezeichnet durch seine kugligeren Zellen und die Leichtigkeit der Krystallisation, wie § 13 lehrte. *Funke* machte ausserdem auf etwas modifizirte Lymphkörperchen dieser Blutart aufmerksam, welche grösser und mit einem Inhalt kleiner dunkler Körnchen versehen sind. Die chemische Untersuchung, welche der ebengenannte Gelehrte vornahm, ergab als einzigen durchgreifenden Unterschied dieser so eigenthümlichen Blutart gegenüber dem gewöhnlich beschaffenen der Milzarterie eine Abnahme des Fibrin[6].

4. Menstrualblut. Das Blut, welches bei Frauen während der zeugungsfähigen Periode in vierwöchentlichen Fristen aus den überfüllten und wahrscheinlich zerrissenen Gefässen der Uterinschleimhaut ergossen wird, zeichnet sich wenigstens häufig durch den Mangel gerinnenden Faserstoffs aus. Man nimmt an, dass dieser entweder schon im Fruchthälter geronnen ist oder durch die Zumischung des Schleimes der inneren weiblichen Genitalien die Gerinnungsfähigkeit eingebüsst hat. Eine irgend befriedigende chemische Analyse fehlt. Die mikroskopische zeigt es mit den Formbestandtheilen des Schleims verunreinigt.

Anmerkung: 1) *Erdmann*'s Journal Bd. 67, S. 321. — 2) Wiener Sitzungsberichte Bd. 11, S. 1070 und Bd. 13, S. 485. — 3) *Kühne*'s physiol. Chemie S. 421. — 4) Vergl. *Lehmann*'s physiologische Chemie 2te Aufl. Bd. 2, S. 85 und 223. — 5) *Gray* (*On the structure and use of the spleen*. London 1854, p. 144 u. 147) bestätigt den Reichthum des Milzvenenblutes an farblosen Elementen und macht daneben noch auf das konstante Vorkommen von dunkleren Pigmentkörnchen oder kleinen stäbchenförmigen Krystallisationen (die zuweilen in Zellen enthalten sind) aufmerksam. — 6) *Funke* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift, N. F. Bd. 1, S. 172, sowie dessen Atlas Taf. 12. Fig. 2 und 3. — Nach *Gray* (a. a. O. p. 152) ist das Milzvenenblut ärmer an Zellen, dagegen reicher an Wasser, Faserstoff, Albumin und Fett als anderes Blut. — Dass das Milzvenenblut dabei noch eigenthümliche Stoffe enthalten werde, hat die spätere Betrachtung des betreffenden Organs zu zeigen.

§ 77.

Es dürfte hier der passendste Ort sein, auf die schon früher erwähnten Verschiedenheiten der Farbe von arteriellem und venösem Blute einzutreten.

Das Kolorit des Blutes, eine »Deckfarbe«, wird, wie sich früher ergab, dadurch bewirkt, dass in der im Allgemeinen farblosen Interzellularflüssigkeit farbige Zellen in grösster Menge vorkommen. Abgesehen von untergeordneten Differen-

zen, erscheint das Kolorit des Arterienblutes heller oder kirschroth, während das venöse Blut eine dunklere, mehr bläulichrothe Färbung erkennen lässt.

Ueber die Ursachen dieser Farbenverschiedenheit weiss man zur Zeit Folgendes.

Es ist eine alte Erfahrung, dass gewisse Gase die Blutfärbung ändern. Von jeher hat man dem Sauerstoff die hellrothe Farbe des Schlagaderblutes und der Kohlensäure die dunkle des venösen Blutes zugeschrieben. Leicht lehrt denn auch das Durchleiten der betreffenden Gase die Richtigkeit dieser Annahmen. Ein Strom von Oxygen macht das Blut hell kirschroth; Kohlensäure färbt es dunkelroth. Blut, welches an der Luft längere Zeit offen gestanden, ist an der Oberfläche heller.

Auch eine Lösung des Hämoglobin erfährt einen ähnlichen Wechsel der Färbung durch jene beiden Gase[1].

Aber diese Lösung, frei von geformten Bestandtheilen, erscheint durchsichtig, sie bietet eine »Lackfarbe« dar.

Lassen wir das Blut gefrieren, so gewährt es bei vorsichtigem Aufthauen gleichfalls jenes durchsichtige Kolorit. Das Mikroskop zeigt die Körper der Blutzellen noch erhalten, aber entfärbt, als sogenanntes Stroma. Das Hämoglobin ist in Lösung zum Plasma übergetreten. Ein derartiges lackfarbenes Blut verhält sich hinsichtlich seiner Farbeverhältnisse der künstlichen Hämoglobinsolution des Chemikers sehr ähnlich und nach gänzlicher Zerstörung der Zellen vollkommen gleich. Es bietet grössere Durchsichtigkeit dar als das unveränderte Blut mit seinen gefärbten Zellen und erscheint in auffallendem Lichte gesehen dunkler als jenes.

Je mehr also an gefärbten Zellen das Blut enthält, um so dunkler und undurchsichtiger, je ärmer es an solchen Elementen erscheint, um so heller und durchsichtiger wird es sich bei durchfallender Beleuchtung ergeben.

Aber auch die Gestalt der Zellen greift in die Blutfärbung tief ein. Alle Agentien, welche das rothe Blutkörperchen zum Schrumpfen bringen, beispielsweise eine konzentrirte Kochsalzlösung, lassen in auffallendem Lichte das Blut heller erscheinen, während Einwirkungen, unter welchen die Zelle aufquillt (Wasserzusatz), ein dunkleres Kolorit ergeben. Letzteres Blut wird dabei begreiflicherweise durchsichtiger erscheinen müssen.

Eine Gestaltveränderung der rothen Blutkörperchen durch Sauerstoff- und Kohlensäuregas, eine Verkleinerung durch O und ein Quellen durch CO_2 ist von *Nasse*[2] und *Harless*[3] behauptet, von Anderen bezweifelt und dann wieder in neuerer Zeit vertheidigt[4] worden.

Noch andere Dinge können auf die Blutfarbe modifizirend einwirken. So wird ein grösserer abnormer Ueberschuss der farblosen Formelemente die Färbung unserer Flüssigkeit heller gestalten können. In dieser Weise erscheint leukämisches Blut oft auffallend verändert.

Anmerkung: 1) Schon vor längeren Jahren zeigte *Bruch* (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. Bd. 1, S. 440, Bd. 3, S. 308, sowie in der Zeitchr. für wiss. Zoologie Bd. 4, S. 373), dass eine Lösung des Blutfarbestoffes ähnliche Farbenveränderungen durch O und CO_2 erleidet, wie das Blut selbst. — 2) Vergl. den Artikel »Blut« im Handwörterbuch der Physiologie Bd. 1, S. 97. — 3) Monographie über den Einfluss der Gase auf die Form der Blutkörperchen bei *Rana temporaria*. Erlangen 1846. — 4) S. *Manassein* § 67. Anm. 5.

§ 78.

Senkung der Blutzellen. Die farbigen Blutkörperchen besitzen, wie schon früher erwähnt worden ist, ein beträchtlich höheres spezifisches Gewicht als ihre Interzellularflüssigkeit, etwa 1,105 : 1,028 beim Menschen. Sie würden sich desshalb in dem entleerten oder überhaupt zur Ruhe gekommenen Blute, dem Zuge der Schwere folgend, allmählich zu Boden senken müssen, wenn nicht das

so rasche Gerinnen des Fibrin dieses in den meisten Fällen unmöglich machte. Doch vermag, wenigstens in ihren Anfängen, jene Senkung schon in einem spät gerinnenden Blute manchmal zur Geltung zu kommen. Schöner tritt uns der Prozess entgegen, wenn man das Blut durch Schlagen seines Faserstoffs oder letzteren durch Zusatz von Reagentien der Gerinnungsfähigkeit beraubt hat. Hier sehen wir nach einer längeren Zeit eine Sonderung der ganzen Blutmasse eintreten in eine oberflächliche, fast farblose, durchsichtige Flüssigkeitsschicht und eine den Boden einnehmende, rothe Masse der gefärbten Blutzellen. Die weitere mikroskopische Prüfung lehrt, dass das zweite Formelement, die Lymphoidzelle, an dieser Senkung als leichterer Körper keinen Antheil genommen hat. Vergleichungen zeigen ferner, dass die Absetzung der farbigen Zelle in der Flüssigkeit bald rascher, bald langsamer eintritt.

Eigenthümlich ist die Lagerung, welche die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere (nicht aber der andern Wirbelthierklassen) uns hierbei darbieten. Statt vereinzelt in der Flüssigkeit zu schwimmen, wie es während des Lebens der Fall ist, haben sie sich vielmehr jetzt mit ihren breiten Flächen an einander gelegt, so dass sie Säulchen bilden (Fig. 122. *e*), ähnlich Münzstücken in einer Geldrolle. Verfolgt man diese Rollenbildung, welche schon in einem Tropfen frisch aus der Ader entnommenen Blutes eintritt, unter dem Mikroskope von ihrer Entstehung an, so sieht man anfänglich ein paar der Zellen sich gegen einander legen. Indem neue hierauf sich ansetzen, wächst das Säulchen oder Röllchen rasch. Ganz gewöhnlich reihen sich an derartige kleine Säulen andere Röllchen unter verschiedenen Winkeln an, so dass dendritische, manchmal fast netzartige Figuren die Folge sind. Der Zusatz von Wasser löst die Rollen, indem die einzelnen kuglig aufquellenden Zellen sich wieder von einander trennen. Die rundlichen Körperchen des Leber- und Milzvenenblutes zeigen wohl desshalb keine säulchenartige Gruppirung.



Fig. 122. Blutzellen des Menschen. *e* Rollenbildung derselben.

Was unsere Säulchenbildung bewirkt, ist unbekannt. Die Erklärung des Phänomen durch eine Klebrigkeit der Interzellularflüssigkeit oder der Zellenoberfläche genügt nicht.

Jedenfalls aber wird diese Gruppirung der farbigen Zellen ihre Senkung wesentlich befördern. Vereinigt nämlich in solcher Art müssen die kleinen Gebilde den Widerstand, welchen die Flüssigkeit ihrem Herabsinken bietet, leichter überwinden als getrennt. Haben sich einmal Rollen gebildet, so macht sich dem entsprechend in dem auf's Neue geschüttelten Blut die Senkung bald wieder geltend [1].

Anmerkung: 1) Auffallend ist die Beobachtung, dass Zusätze, welche die Interzellularsubstanz verdichten, wie der einer konzentrirten Zuckerlösung, das Herabsinken der Blutzellen beschleunigen, während man gerade das Gegentheil erwarten sollte. — Das Verhalten der Rollen gegen den elektrischen Entladungsschlag hat *Rollett* (a. a. O.) behandelt.

§ 79.

Gerinnung des Blutes. Das Blut beginnt nach der Entleerung rasch, schon nach wenigen Minuten, seine Konsistenz zu ändern, indem es gerinnt.

Langsamer tritt diese Koagulation innerhalb der Gefässe bei der Leiche oder bei Blutergüssen im Innern des lebenden Körpers ein. Letztere können nach Wochen noch die ursprüngliche Konsistenz bewahren.

Was nun zuerst das Phänomen selbst betrifft, so bemerkt man in dem lebenden Körpern entnommenen Blute schon nach 2—5 Minuten den Anfang der Umänderung. Zuerst findet man an der Oberfläche der Flüssigkeit die Bildung eines Häutchens von grösster Zartheit und Feinheit. Bald wird es etwas derber und fester, so dass es mit einer Nadelspitze abgenommen zu werden vermag.

Von der Oberfläche der Flüssigkeit verbreitet sich die eben berührte Membranbildung allmählich über die Seitenränder und den Boden, die Stellen also, mit welchen die Blutprobe die Wand der Schale berührt. Bald ändert sich auch die Konsistenz des so umhüllten Blutes; dieses wird anfänglich dicklicher, wie eine im Erkalten begriffene Lösung von Tischlerleim, um in nicht langer Zeit die Beschaffenheit einer steifen Gallerte oder einer vollkommen erkalteten, saturirten Leimlösung anzunehmen. Damit, nach 7—14 Minuten, hat das Blut alle flüssige Beschaffenheit eingebüsst und ist zu einer durchaus festen Masse verwandelt, deren Gestalt durch die Form des beherbergenden Gefässes vorgezeichnet wird.

Der Vorgang aber hat hierbei sein Ende noch nicht erreicht. Die feste Gallerte überwindet die Adhäsion an der Wand des Gefässes und kontrahirt sich nachträglich mehr und mehr, um einen Theil der beim Gerinnen eingeschlossenen Interzellularflüssigkeit wieder auszutreiben. Die Anfänge dieser Zusammenziehung beginnen ziemlich rasch; ihr Ende erreicht sie erst in einer verhältnissmässig langen Zeit, nach 12—48 Stunden. Anfänglich erscheinen an der freien Oberfläche des Koagulum einige Tröpfchen einer durchsichtigen Flüssigkeit. Bald werden der Tröpfchen mehrere; sie fliessen zu grösseren Tropfen und endlich zu einer Flüssigkeitsschicht zusammen, welche die Oberfläche der geronnenen Blutmasse bedeckt. Indem das Koagulum sich fortgehend zu einem kleineren Volumen zusammenzieht, sammeln sich ähnliche Flüssigkeitsschichten, wie die an der Oberfläche ist, zwischen jenem sowie den Seitenrändern und dem Boden des Gefässes; die geronnene Masse, welche früher der Schale fest anhing, so dass sie umgedreht werden konnte, ohne dass etwas herausfiel, beginnt jetzt in der ausgepressten Flüssigkeit zu schwimmen.

Von nun an erfährt der Akt nur noch eine quantitative Aenderung, indem durch fortgehende Zusammenziehung der geronnene Klumpen sich weiter und weiter verkleinert und eine stets steigende Flüssigkeitsmenge aus seinen Poren heraustreibt. Ist der Prozess aber zu Ende gekommen, so erscheint ein bald grösseres, bald kleineres, bald weicheres, bald festeres Koagulum in einer verschiedenen Menge wasserheller Flüssigkeit, welche gleich dem Plasma einen leicht gelblichen Anflug erkennen lässt. Die geronnene Masse, indem sie sich im Ganzen gleichartig zusammengezogen hatte, richtet sich in ihrer Gestalt nach der Form des Gefässes und bildet einen verjüngten Abguss desselben, so dass sie z. B. in einer gewöhnlichen Porzellanschale plankonvex, in einem chemischen Probirröhrchen zylindrisch erscheint. Ihre Farbe ist diejenige des Bluts, in den unteren und inneren Partien dunkelroth, an der Oberfläche heller.

Man nennt diesen rothen Klumpen den Blutkuchen, *Crassamentum* oder *Placenta sanguinis*, während die Flüssigkeit, in welcher er schwimmt, den Namen des Blutwassers oder Blutserum, *Serum sanguinis* trägt.

Wie verhalten sich nun beiderlei Theile des geronnenen Blutes zu der lebenden, den Körper durchströmenden Blutmasse, ihren Zellen und ihrer Interzellularsubstanz?

Rufen wir uns in das Gedächtniss zurück, dass letztere eine die beiden Konstituenten des Faserstoffs in Lösung enthaltende Flüssigkeit ist. Wie sonst überall, wird auch bei der Entleerung die Vereinigung zum gerinnenden Fibrin erfolgen, wobei, da die Menge des Fibrinogen im Blute ausreicht, die ganze Flüssigkeit

sammt ihren Zellen von der gerinnenden Masse eingeschlossen wird, ebenso wie, um den Vergleich wieder aufzunehmen, eine Lösung von Tischlerleim beim Erkalten in ihr suspendirte Körperchen umschliesst. Bei der weiter fortgehenden Kontraktion der Gallerte wird diese in steigender Proportion einen Theil der nunmehr fibrinfreien Interzellularflüssigkeit des Blutes aus ihren Maschen hervorpressen, während die Blutzellen in ihr zurückbleiben. Sonach besteht das Blutwasser aus der Interzellularflüssigkeit, welche ihr Fibrinogen eingebüsst hat — oder es ist, wie man sich ausdrückt, defibrinirtes Plasma. Der Blutkuchen wird von den Blutzellen, welche in dem geronnenen Faserstoff eingeschlossen sind, gebildet sein müssen. Und in der That zeigt uns die mikroskopische Untersuchung dünner Schnitte der *Placenta sanguinis* in einer homogenen, faserig oder faltig erscheinenden Substanz eingebettet die unveränderten Zellen (Fig. 123. *d*). Es versteht sich übrigens von selbst, dass ein mehr oder weniger ansehnlicher Rest der Interzellularflüssigkeit noch im Blutkuchen eingeschlossen und zurückgeblieben ist.



Fig. 123. Blutzellen des Menschen. *d* Geronnener Faserstoff mit eingeschlossenen Körperchen.

Nach dem eben Bemerkten theilt das Blutserum mit dem Plasma die Durchsichtigkeit, die leicht gelbliche Färbung und die chemischen Charaktere. Sein spezifisches Gewicht muss etwas geringer ausfallen. Es kann zwischen 1,026—1,029 angenommen werden. Nicht selten ist ein Bruchtheil der farbigen Blutkörperchen bei der Gerinnung nicht mit umschlossen worden, die alsdann als röthlicher Bodensatz des Serum erscheinen [1].

Durch Schlagen und Peitschen des entleerten Blutes setzt sich der Faserstoff gerinnend um den Stab ab und das Blut bleibt flüssig. Solches defibrinirtes Blut zeigt die im vorigen § behandelte Senkung der farbigen Blutzellen am schönsten.

Anmerkung: 1) Hämoglobin in Spuren kommt nicht selten im Blutserum vor, vielleicht von zertrümmerten Blutzellen herrührend.

§ 80.

Uebrigens bietet die Blutgerinnung noch gar mancherlei Verschiedenheiten dar, deren genaue Erörterung uns hier zu weit führen würde [1]. Wir heben desshalb nur Einiges aus dieser Materie hervor.

Was die Zeitverhältnisse betrifft, so kann die Gerinnung beschleunigt oder verlangsamt sein. Die Verzögerung bildet im Allgemeinen das häufigere Vorkommniss. — Beschleunigt wird das Koaguliren des Blutes durch Bewegung der Flüssigkeit in der Form des Schlagens und Peitschens. Das Blut der Männer soll im Allgemeinen langsamer gerinnen als das der Frauen. Ferner koagulirt arterielles Blut schneller als venöses, dessen höherer Kohlensäuregehalt einen verlangsamenden Einfluss übt.

Die atmosphärische Luft beschleunigt die Gerinnung. Dem entsprechend gerinnt Blut um so schneller, in je feinerem Strahle es aus der Aderöffnung hervorströmt, je flacher die auffangende Schale ist etc. Damit in Einklang steht die alte Erfahrung *Hewson*'s, dass Luft in die Gefässe eines lebenden Thieres eingeblasen, wenigstens manchmal, das Gerinnen befördert. Indessen kann man die Lufteinwirkung mit aller Vorsicht von den Gefässen eines todten Thieres ab-

schliessen, ohne dass es gelingt, das Blut flüssig zu erhalten[1]. Das Blut vermag also ohne den Einfluss des Oxygen der atmosphärischen Luft zu gerinnen, wie es auch in Kohlensäure-, Wasserstoff- und Stickgas fest wird.

Gehen wir zum Einfluss der Temperatur über, so beschleunigt im Allgemeinen Wärme den Prozess, während Kälte ihn verlangsamt. Blut vermag im Uebrigen bei allen Temperaturgraden über dem Nullpunkt zur Gerinnung zu kommen. Setzt man so eben entleertes Blut einer sehr starken Kälte aus, so kann das Gefrieren noch vor der Koagulation eintreten und ein derartiges, vorsichtig aufgethautes Blut nachträglich gerinnen.

Wie weit Mischungsveränderungen des Blutes die Zeitverhältnisse des Gerinnens bestimmen können, ist noch nicht hinreichend ermittelt. Einmal scheint in der Natur des Fibrin selbst hier ein wichtiges Moment gegeben zu sein. In dieser Art gerinnt das Blut mancher Säuger, wie des Pferdes, langsam, das anderer, wie des Schafes, schnell. Die Annalen der Medizin bewahren merkwürdige Fälle einer ganz ausserordentlich späten Koagulation[3] auf, welche wohl ebenfalls nur durch gewisse Modifikationen der Konstituenten des Faserstoffes zu erklären sind.

Ebenso ändert sich die Beschaffenheit des Blutkuchens wieder vielfach, indem er bald ungewöhnlich klein und fest, bald gross, weich und mürbe erscheint. Armuth an Blutkörperchen kann ersteres, eine Steigerung derselben das letztere Verhältniss herbeiführen. Eine grössere Zahl von Zellen nämlich muss unter sonst gleichen Verhältnissen als ein Hinderniss der Zusammenziehung des Faserstoffs betrachtet werden und der entgegengesetzte Umstand fördernd erscheinen. Auch ein höherer Wassergehalt des Blutes führt einen weichen Kuchen herbei.

Es gibt vielfach unvollkommene Arten der Gerinnung, wo der Prozess auf einer seiner früheren Stufen stehen bleibt; ja ein ganz weicher mürber Kuchen kann nachträglich wieder zerfliessen. — Endlich fehlt die Gerinnung in einzelnen Blutarten des gesunden Organismus, so im Lebervenenblut und möglicherweise in dem Menstrualblute der Frauen (S. 127). In vom Blitz erschlagenen, asphyktisch gestorbenen Körpern etc. hat man die ganze Blutmasse flüssig bleiben gesehen[4].

Sind im Momente der Blutgerinnung die farbigen Zellen schon aus den oberflächlichen Flüssigkeitsschichten verschwunden, so erscheint der Blutkuchen in seiner obern Lage nicht wie gewöhnlich roth, sondern gelblich weiss; er bildet alsdann die sogenannte Speckhaut, *Crusta phlogistica s. inflammatoria*. Die mikroskopische Untersuchung der letzteren zeigt in dem geronnenen Fibrin die farbigen Blutkörperchen fehlend, dagegen, namentlich nach abwärts, die spezifisch leichteren farblosen Lymphoidzellen eingebettet. Da die Menge der Zellen im Allgemeinen die Kontraktion des Faserstoffs erschwert, wird sich in unserer zellenarmen obersten Lage das Fibrin vielfach energischer kontrahiren, als in den tieferen rothen Partien des Kuchens. So erklärt es sich, dass die Speckhaut gewöhnlich eine konkav eingedrückte kleinere Scheibe bildet, als der unter ihr gelegene rothe Theil der Placenta.

Die Speckhaut bildet sich einmal bei einer ungewöhnlich raschen Senkung der farbigen Blutzellen, andern Theils und zwar häufiger durch eine verspätete Gerinnung des Faserstoffs. So treffen wir sie als normale Erscheinung in dem Blute der Pferde.

Beim Menschen tritt sie vielfach pathologisch, namentlich bei entzündlichen Leiden der Athemwerkzeuge, aber auch unter mehr normalen Verhältnissen, so im Blute der Schwangeren[5] auf.

Die Blutgerinnung kann bei unserer Unkenntniss der Proteinstoffe zur Zeit nicht erklärt werden. An Versuchen dazu hat es natürlich seit den Urzeiten der Medizin nicht gefehlt. Man hat die Abkühlung der Blutmasse, ihr Zuruhekommen, die Einwirkung des Sauerstoffs als Ursachen des Prozesses vielfach betrachtet. In der Neuzeit ist *Brücke* für eine ältere, schon von *A. Cooper* und *Thackrah* ver-

theidigte Ansicht wiederum in die Schranken getreten, dass das Blut durch den Kontakt mit der lebenden Herz- und Gefässwandung flüssig erhalten werde; und auch *A. Schmidt* schreibt jenen Wänden eine gerinnungshemmende Wirkung zu [6]).

Das ist der gegenwärtige (sicher transitorische) Zustand des Wissens [7]).

Anmerkung: 1) Wir verweisen für die Blutgerinnung auf *Nasse*'s Artikel »Blut« im Handwörterbuch der Physiol. Bd. 1, S. 102, auch auf *Henle*'s Handbuch der rationellen Pathologie Bd. 2, Abth. 1, S. 41, *Virchow*'s Gesammelte Abhandlungen S. 57, *Brücke* in *Virchow*'s Archiv Bd. 12, S. 81 und 172, und *A. Schmidt* a. a. O. — 2) Blut kann aber auch in der Leiche flüssig bleiben und beim Herausnehmen in Berührung mit dem Sauerstoff der Atmosphäre erst nachträglich gerinnen. — 3) Man s. die Beobachtung *Polli*'s in *Virchow*'s Gesammelten Abhandlungen S. 113. — 4) Es dürfte wohl hier der passendste Ort sein, der sogenannten Faserstoffschollen zu gedenken. Sie kommen im Blute des Menschen und der höheren Thiere zahlreich vor, erscheinen als Plättchen von unbestimmt rundlicher, eckiger oder länglicher, manchmal ganz unregelmässiger Form und Dimensionen von 0,0226 bis 0,3226mm. *Nasse*, der Entdecker, hielt sie für geronnenen Faserstoff, was sie aber ihrem chemischen Verhalten nach nicht sein können. Man hat an abgelöste Epithelialzellen, an verklebte Hüllen von Blutkörperchen, an unbestimmte Gerinnsel gedacht. *Bruch* wollte sie für in das Blut gefallene Epidermiszellen ansehen. (*Nasse* a. a. O. S. 108., *Henle* l. c. S. 152. *Virchow*, Gesammelte Abhandlungen S. 145. *Bruch* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift B. 9, S. 216.) — 5) *Nasse* l. c. S. 121; *Henle* a. a. O. S. 55. — 6) Entweder soll die Gefässwandung die fibrinoplastische Substanz im Momente des Austritts aus der Blutzelle vernichten oder die beiden Konstituenten des Fibrin so verändern, dass sie ihre Affinität zu einander verlieren (a. a. O. 1862, S. 563). — 7) Nach *P. Mantegazza* (*Gaz. med. ital. lomb.* 1869. *No.* 20, *p.* 157) übernehmen beim Gerinnungsprozess die Lymphoidzellen des Blutes eine wesentliche Rolle.

§ 81.

Fragen wir am Schlusse dieser langen Erörterungen des Blutes: was weiss man zur Zeit von den Lebensverhältnissen seiner beiderlei Zellen, der farbigen und farblosen Blutkörperchen? so ist das Ergebniss der bisherigen Forschungen ein sehr unbefriedigendes zu nennen.

Die farbigen Blutkörperchen scheinen das Hämoglobin in sich erzeugt zu haben, sie enthalten die fibrinoplastische Substanz und sind Träger des respiratorischen Sauerstoffs.

Der physiologische Untergang der farbigen Blutkörperchen geschieht einmal (an der Gallenbildung Theil nehmend) in dem die Lebergefässe durchfliessenden Blute, wie die auflösende Wirkung der gallensauren Alkalisalze (S. 112) und die nahe Verwandtschaft zwischen Hämatoidin (§ 35) und Bilirubin (§ 37) lehrt.

Dann treffen wir in dem mehr ruhenden Blut der Milzpulpa einen Zerfall der Blutzellen in Klümpchen, die sich allmählich zu dunkleren Pigmentmassen umwandeln. Eingedrängt in amöbenartige lymphoide Zellen des Milzgewebes können hier unsere Blutkörperchen und ihre Fragmente zur Bildung der sogenannten »blutkörperchenhaltigen« Zellen der Milz Veranlassung geben. Auch im Knochenmark tritt möglicherweise Aehnliches auf.

Noch ein anderes Verhältniss [1]), dessen Entdeckung man *Stricker* verdankt, kann hier vorkommen. Bei verlangsamtem Blutstrom und gesteigertem Druck werden farbige Blutzellen durch die unversehrte Wandung kleiner Gefässe (Kapillaren und Venen) hindurchgepresst. Sie gelangen, theils unversehrt, theils in Folge des Durchzwängens zu Fragmenten abgeschnürt, nach aussen in das benachbarte Gewebe oder auch in angrenzende lymphatische Bahnen (*Hering*). Erstere dürften hier baldig zerfallen, letztere ein schon lange bekanntes Vorkommniss, nämlich das Auftreten farbiger Blutkörperchen in der Lymphe, vielleicht theilweise erklären.

Nur selten unter normalen Verhältnissen (allein im geplatzten *Graaf*'schen Follikel des Eierstocks) tritt aus zerrissenen Gefässen Blut in das lebende Organgewebe. Sehr verbreitet sind dagegen solche Extravasate als pathologische Vo

kommnisse. In beiden Fällen treffen wir nach der Gerinnung (S. 52) einen Zerfall der farbigen Elemente unter Bildung von Hämatoidinkrystallen. Auch blutkörperchenhaltigen Zellen kann man wiederum in solchen pathologischen Blutergüssen begegnen [2]).

Als Ersatzzellen der rothen Blutkörperchen gelten — und gewiss mit Recht — die farblosen Zellen des Blutes, welche aus Milz, Lymphdrüsen und Knochenmark abstammen (§ 71).

Welche Mengen letzterer Zellen aber zu den gefärbten Elementen des Blutes in der That sich umwandeln, ist unermittelt und hängt mit der uns noch gänzlich unbekannten Lebensdauer der farbigen Zelle zusammen. — Nur nach stärkeren Blutverlusten, wo ein rascher Ersatz stattfindet, kann eine ausgedehnte Metamorphose der farblosen zu farbigen Zellen nicht bezweifelt werden.



Fig. 121. Blutgefässe des gereizten Froschmesenterium mit Emigration der Lymphoidzellen (nach 8 Stunden). *A*, ein stärkeres Haargefäss, zeigt bei *a* auswandernde, bei *b* ausgewanderte Zellen. *B* eine Vene; bei *a* die Lymphoidzellen der Wand dicht angedrängt und sich durchpressend, bei *b* ausserhalb des Gefässes; *c* farbige Blutkörperchen.

Doch noch ein anderes Geschick ist unseren Lymphoidzellen vorbehalten.

Auch sie treten ähnlich den farbigen Blutkörperchen — aber aktiv bei ihrer vitalen Kontraktilität — im gesunden wie kranken Organismus durch die unverletzten Gefässwandungen (Fig. 124), einmal um in die Lymphbahn zurückzugelangen, dann um in andere Gewebe einzudringen (§ 49). Die lymphoiden, wandernden Zellen des Bindegewebes, welche wir später zu erörtern haben, dürften wenigstens theilweise aus dieser Quelle stammen. Bei entzündlichen Reizungszuständen geschieht ein derartiger Austritt aus den Blutgefässen der Umgebung massenhaft (*A. Waller*, *Cohnheim*) und die an der entzündeten Stelle auftretenden Eiterkörperchen sind zu einem Theile nur die übergewanderten lymphoiden Zellen der Blutbahn.

Was endlich die Entstehung des Blutes bei Embryonen [3]) betrifft, so ist dieser Abschnitt der Histogenese nur theilweise bekannt. Zum Verständnisse aber müssen wir mit einem wichtigen Verhältnisse der ersten Embryonalanlage uns vorher bekannt machen.

Durch den Furchungsprozess des befruchteten Eies wird ein Zellenmaterial gewonnen, welches in membranöser Lagerung den Keim herstellt, d. h. die Stelle, wo der Körper des kommenden Geschöpfes erbaut wird. Durch die schönen (leider in neuester Zeit wieder in Frage gestellten) Untersuchungen *Remak's* [4]) hat sich ergeben, dass drei übereinander liegende Zellenschichten hier zu unterscheiden sind, deren jede in bestimmte Gewebe und Organe übergeht und so den Schlüssel zur wissenschaftlichen Gruppirung der Körpergewebe bildet.

Vorläufig halten wir nur fest, dass die obere Zellenschicht den Namen des Hornblattes, die untere denjenigen des Darmdrüsenblattes trägt. Ihren Produkten werden wir später begegnen. Von der intermediären Schichtung, dem sogenannten mittleren Keimblatte, entsteht sehr vieles; so die ganze grosse Gruppe der Bindesubstanzen, die willkührliche und glatte Muskulatur und das

ganze Blut- und Lymphgefässsystem mit seinen Hülfsorganen und seinem Inhalte, also auch das uns hier beschäftigende Gewebe, das Blut.

Die erste Blutbildung aber fällt in eine sehr frühe Zeit des Fötallebens. Die primären Blutzellen sind in nichts den charakteristischen Blutkörperchen der späteren Zeit verwandt; sie stellen vielmehr nur die gewöhnlichen Bildungs- oder sogenannten Embryonalzellen dar, aus welchen ursprünglich die verschiedensten Theile des Körpers bestehen.

Das Auftreten der ersten Blutzellen steht in nächstem Zusammenhang mit dem Erscheinen des Herzens und der unmittelbar angrenzenden grossen Gefässe. Beide Theile sollen anfänglich nicht hohl sein, sondern solide Zellenanhäufungen von zylindrischer Form bilden. Die Geschicke dieser den Zylinder bildenden Zellen sind verschieden, indem die peripherischen mit einander verwachsen oder sich inniger verbinden, um die erste Gefäss- und Herzwand darzustellen, während zwischen den inneren, der Axe benachbarten Zellen allmählich Flüssigkeit sich ansammelt, so dass sie schliesslich von letzterer aufgeschwemmt werden.

Von diesem Momente an darf man von einem Blute beim Embryo sprechen, indem die Flüssigkeit in der Herz- und Gefässanlage das erste spärliche Plasma darstellt und die in ihm suspendirten Zellen die ursprünglichen Blutkörperchen.

Anfänglich erscheinen nun letztere, wie schon oben gesagt, in der Gestalt indifferenter kugliger Zellen mit feinkörnigem Protoplasma (mit vitaler Kontraktilität) sowie einem oft bläschenförmigen und den Nukleolus zeigenden Kerne. Noch fehlt in ihnen das für die spätere Zeit so charakteristische Hämoglobin. Sie wechseln im Uebrigen in ihrer Grösse und übertreffen oft die farbigen Zellen des ausgebildeten Blutes. Für den Hühnerembryo erhalte ich jedoch als häufige Mittelzahl 0,0128 ^{mm}.

Die Zelle hellt sich allmählich mehr auf und die charakteristische gelbe Hämoglobinfärbung derselben beginnt, indem der Körper jener diese Substanz entwickelt[4]). Die somit farbigen gekernten Zellen variiren in ihrer Grösse bei Mensch und Säugethier von 0,0056—0,0160 ^{mm} [*Paget*, *Koelliker* [5])].

Indem die Umwandlung von Embryonalzellen zu Blutkörperchen mit der Weiterbildung des Gefässsystemes [6]) sich fortsetzt, wird in diesem Zeitraum das Blut beiderlei Zellen die farbigen als die vorgerückteren, und die ganz unreifen farblosen führen müssen.

In den früheren Perioden des Fötallebens tritt aber ein reger Vermehrungsprozess der farbigen Blutzellen auf dem Wege der Theilung ein, dessen erste Beobachtung man *Remak* verdankt und welcher leicht am Hühnerembryo verfolgt werden kann.

Hier beginnt der Vorgang mit der Theilung des Nukleolus, dann folgt mit der Einschnürung der Kern. Gewöhnlich zerfällt letzterer in zwei, nur sehr selten nach *Remak* in drei oder vier Stücke. Manchmal theilt sich ein so entstandener Kern auf's Neue. Doch bedarf es eines sehr genauen Durchmusterns, um Zellen mit mehr als der Zweitheilung beim Hühnchen überhaupt zu entdecken. Endlich folgt mit seiner Durchschnürung der kontraktile Zellenkörper. Die grosse Zartheit dieser Blutzellen bringt es mit sich, dass leicht Artefakte entstehen, z. B. Zellen, die über die Mitte eingefurcht sind und nur in der einen Hälfte einen Nukleus zeigen, oder Zellen, deren zwei kernführende Abtheilungen durch einen längeren dünnen Verbindungsfaden zusammenhängen. Bei dem Hühnerfötus sind es gerade die Zeiten des Bildungslebens, in welchem eine regere Blutvermehrung stattfindet, wo ein derartiger Theilungsprozess — der im Uebrigen wie es scheint sehr schnell abzulaufen vermag — häufiger zu bemerken ist. Später, in vorgerückter Periode, hört er ganz auf. So nach *Remak*'s und eignen Beobachtungen [7]).

Für die Säugethierklasse verdankt man schöne Untersuchungen *Koelliker*, von deren Richtigkeit ich mich schon vor Jahren an Hirschembryonen (Fig. 125) überzeugt habe, sowie später wiederum an Kaninchen- und menschlichen Früchten.

Auch hier ist derselbe Theilungsprozess zu erkennen. Nach *Remak* kommen mehrkernige Zellen häufiger vor. Die Kerne erschienen mir stets ganulirt. Im Uebrigen ist der Theilungsakt wiederum, wie es den Anschein hat, zeitweisen Schwankungen unterworfen. So zeigten mir Kaninchenembryonen von 9^{mm} die in Theilung begriffenen Zellen nur sehr sparsam, während beträchtlich grössere das Phänomen häufig erkennen liessen.

Fig. 125. Blutkörperchen junger Hirschembryonen; bei *a a a* die meist kuglichen Zellen; *b—f* Theilungsprozess derselben.

Das weitere Geschick dieser noch im Allgemeinen grösseren, wenngleich im Ausmaass sehr wechselnden Zellen besteht nun darin, dass sie mehr und mehr die kuglige Form und die wechselnden Dimensionen verlieren und unter Verkleinerung die typische Gestalt annehmen, wobei beim Säugethier die Kerne verschwinden. Man bemerkt schon frühzeitig einzelne solcher vollkommen ausgebildeter, doch höchst delikater Zellen unter den kugligen und gekernten der Anfangszeit. So zeigten meine Kaninchenfrüchte von 9^{mm} ungefähr $^1/_5$—$^1/_6$ der ganzen Zahl schon kernlos und typisch gestaltet. *Koelliker* fand bei Schafembryonen von $8{,}6^{mm}$ noch keine entwickelten Blutkörperchen der Art; ebenso vermisste sie *Paget* bei einem 9^{mm} langen menschlichen Embryo noch ganz. Bei Schafembryonen von 20^{mm} sind sie nach dem ersteren Beobachter noch ungemein spärlich, wogegen sie bei Früchten desselben Thieres, die 29^{mm} massen, schon weitaus die Mehrzahl bildeten. Bei menschlichen Embryonen aus dem dritten Monat betrugen sie erst $^1/_6$—$^1/_8$ der ganzen Blutmasse. Schafsfrüchte von 11—29^{mm} Länge zeigten dagegen die kernführenden Zellen schon auf ein geringes Bruchtheil herabgesunken.

Die mit dem Erlöschen des Theilungsprozesses natürlich fortgehende Vermehrung der farbigen Blutkörperchen scheint wie beim Erwachsenen, so auch dem Fötus durch die Lymphknoten durch die Milz und das Knochenmark zu geschehen. Frühe schon bemerkt man die daher stammenden charakteristischen Lymphkörperchen unter den farbigen Zellen auftreten [8]. Eine Blutbildung in der Leber, wie man sie annahm, muss dagegen zweifelhaft erscheinen [9].

Anmerkung: 1) Ueber den Durchtritt zelliger Elemente durch die Gefässwandung, ein in physiologische und pathologische Fragen, wie die der Entzündung, tief eingreifendes Verhältniss haben die letzten Jahre zahlreiche Beiträge gebracht. Man vergl. *Stricker* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 52, Abth. 2, S. 379; *A. Prussak* ebendaselbst Bd. 56, Abth. 2, S. 13; *Cohnheim* in *Virchow*'s Archiv Bd. 40, S. 1 und Bd. 41, S. 220; *F. A. Hoffmann* und *von Recklinghausen* im Centralblatt 1867, S. 481; *E. Hering*, Wiener Sitzungsberichte Bd. 56, Abth. 2, S. 691 sowie Bd. 57, Abth. 2, Separat-Abdruck; *W. Leissler*, Ueber den Austritt der Blutkörperchen aus den Gefässen und die Umwandlungen derselben, Giessen 1868. Diss. — 2) *Hasse* und *Koelliker* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift Bd. 4, S. 9; *Ecker* ebendaselbst Bd. 6, S. 89 und Handwörterbuch der Physiologie Bd. 4, S. 152; *Koelliker* in der Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. 1, S. 261. — 3) Vergl. dessen Werk, Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere. Zu abweichenden Ergebnissen gelangte *His* (Archiv f. mikr. Anat. Bd. 2, S. 514 und Der Aufbau des Wirbelthierleibs. Leipzig 1868. — 4) Interessant sind neuere Beobachtungen von *F. Boll* (*Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1870, S. 718. Schon am dritten Tage der Bebrütung zeigt das Blut des Hühnerembryo Hämoglobin. Die Blutgerinnung tritt aber erst am sechszehnten oder siebzehnten Tage des Lebens ein. — 5) *Koelliker* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. Bd. 4, S. 112 und *Fahrner*, *De globulorum sanguinis in mammalium embryonibus atque adultis origine. Diss. Turici* 1845; ferner *Paget* in *Lond. med. Gaz.* 1849, *p.* 188; *Remak* in *Müller*'s Archiv 1858, S. 178; *Rindfleisch* und *Preyer* a. a. O. S. 436; *Miot*, *Recherches physiol. sur la formation des globules du sang. Mém. couronné par l'acad. de méd. de Belgique. Bruxelles* 1865; *His* a. a. O. (Arch. f. mikr. Anat.); *Afanasieff*, Wiener Sitzungsberichte Bd. 53, Abth. 2, S. 560; *E. Metschnikow* in *Virchow*'s Archiv Bd. 41, S. 523. Auch im Blute jugendlicher, sowie laichender und trächtiger Batrachier findet sich derselbe Theilungsprozess. — 6) Wir kennen die Entstehungsgeschichte der peripherischen Gefässe leider noch nicht mit Sicherheit. Sie scheinen nicht solide, sondern hohl, als Inter-

zellulargänge angelegt zu werden. Das Auftreten der Blutzellen in ihnen bleibt dunkel. Vergl. *His* im Archiv für mikrosk. Anat. Bd. 2, S. 514 und *Afanasieff* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 53, Abth. 2, S. 560 und den späteren Abschnitt über die Gefässe. — 7) Nach den Angaben von *E. Metschnikow* (*Virchow's* Archiv Bd. 41, S. 523) vergrössert sich beim Hühnerembryo der Nukleolus des ursprünglich bläschenförmigen Kernes zu einem körnigen Gebilde, welches an die Stelle des letzteren tritt und nun den bekannten Nukleus darstellt. — 8) Bei Hühnerembryonen vom 5ten Tage der Bebrütung begegnet man ihnen öfter und ebenso schon unzweideutigen Uebergangsformen zu farbigen Zellen. — 9) Sie wurde namentlich von *Koelliker* vertheidigt. (S. Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 590, ebenso Würzburger Verhandlungen Bd. 7, S. 188.)

2. Die Lymphe und der Chylus.

§ 82.

Wie bei dem vorigen Gewebe erwähnt worden, treten ununterbrochen während des Lebens in Form wässriger Lösungen Blutbestandtheile aus den Haargefässen in die umgebenden Gewebe.

Jener Austritt ist für die Ernährung der Körpertheile, der Gewebe und Organe, unentbehrlich, indem diese in gewissen Bestandtheilen jener ausgetretenen Lösungen ihre Nahrungsmaterialien erhalten. Letztere sind nun erfahrungsgemäss für die einzelnen Gewebe verschieden, andere beispielsweise für den Knochen, andere für das Gehirn, den Muskel u. s. w. Die Gewebeflüssigkeiten werden also durch Verlust verschiedener Nahrungsmaterialien in den einzelnen Körpertheilen allmählich differente chemische Zusammensetzungen annehmen müssen.

Es mischen sich aber jenen Flüssigkeiten auch die Umsatzstoffe der Gewebe, ihre Zersetzungsprodukte bei. Auch diese sind, wie schon der allgemeine chemische Theil gelehrt hat, in den einzelnen Organen wiederum verschieden. So entsteht also eine neue Quelle für die wechselnde Beschaffenheit der einzelnen Gewebeflüssigkeiten.

Zur Abfuhr der letzteren, sofern sie nicht durch Diffusionsvorgänge unmittelbar in die Blutbahn zurückkehren, besitzt nun der Körper ein besonderes Kanalwerk, welches mit seinen längst bekannten Abflussröhren in das Blutgefässsystem sich einsenkt und in seinen Anfängen zur Zeit wenigstens theilweise erforscht ist. Man nennt es das L y m p h g e f ä s s system und die aus den Blutkapillaren in jene Bahnen abfiltrirte plasmatische farblose Flüssigkeit die L y m p h e [1]).

Letztere, wenn sie auch dem Auge des Beobachters ziemlich gleichartig entgegentritt, kann unmöglich nach dem eben Bemerkten in den einzelnen Bezirken dieselbe Mischung haben. Sie wird vielmehr stets nach Gewebe und Organ different ausfallen und somit ein Fluidum von noch wechselnderer Konstitution bilden müssen, als die Blutmasse der einzelnen Stromgebiete war.

Es findet sich im Organismus aber noch eine zeitweise anderen Zwecken dienende Abtheilung des Lymphgefässsystems vor. Die Lymphkanäle der Schleimhaut des Dünndarms [2]) führen nämlich im nüchternen Zustande die Flüssigkeit ihres Gewebes mit dem allgemeinen Charakter der Lymphe. Zur Zeit der Verdauung jedoch treten in die Anfänge dieses Röhrenwerks Einweisskörper und Fette der Nahrung ein. Jetzt erfüllt eine mehr weissliche, undurchsichtige, oft ganz milchartige Flüssigkeit diese Gänge. Man hat ihr auf das Ansehen hin den Namen des C h y l u s oder M i l c h s a f t e s gegeben, und spricht somit von einem C h y l u s g e f ä s s s y s t e m.

Anmerkung: 1) Vergl. *Ludwig* in der Zeitschrift der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien. Jahrgang 1863, Heft 4, S. 35; *His* in der Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 12, S. 223 — 2) Es steht anhin, ob nicht auch in anderen angrenzenden Partien des Lymphsystems, so namentlich den Gefässen der Dickdarmschleimhaut, bisweilen eine ähnliche Aufnahme von Chylus vorkommt. Vergl. noch *Koelliker*, Würzburger Verhandlungen Bd. 7, S. 174.

§ 83.

Beide Säfte [1]) enthalten in einem Plasma oder einer flüssigen Interzellularsubstanz eine mässige Menge gleichartiger Zellen (Lymphoidzellen) suspendirt, welche (schon von *Leeuwenhoek* und *Mascagni* entdeckt) nach ihrem Vorkommen den Namen der Lymph- und Chyluskörperchen tragen.

Sie stimmen mit den früher erörterten farblosen Zellen des Blutes (§ 69) in allen wesentlichen Eigenschaften überein; ja sie sind mit ihnen identisch. In das Blut nämlich einströmend kreisen die Zellen von Lymphe und Chylus als farblose Blutkörperchen weiter. Daneben kommen besonders im Chylus noch unmessbar feine staubartige Moleküle vor, ferner grössere Elementarkörnchen und (hauptsächlich in einzelnen Bezirken der Lymphbahn) vereinzelte farbige Blutkörperchen.



Fig. 126. Zellen der Lymphe; bei 1—4 unverändert; bei 5 erscheint Kern und Schale; dasselbe bei 6, 7 und 8; bei 9 beginnt der Kern sich zu spalten, ebenso bei 10 und 11; bei 12 ist er in 6 Stücke zerfallen; bei 13 freie Kernmassen.

Die Zellen (Fig. 126) erscheinen in beiden Flüssigkeiten unter manchen Verschiedenheiten der Grösse sowie des sonstigen Verhaltens, ohne dass in der Vertheilung ein irgendwie durchgreifendes Gesetz existirte, wenngleich zuweilen die eine oder die andere Zellenform in diesem und jenem Bezirke das Uebergewicht erlangen mag. Von grösserem Interesse ist aber ein anderer Umstand, welcher namentlich im Chylusgefässsystem scharf zu erkennen ist. Hier bemerkt man in den feinsten, aus der Darmwand eben hervorgetretenen Kanälen unsere Körperchen entweder gar nicht oder nur spärlich, während nach der Passage der Mesenterialknoten dieselben mit einem Male zahlreich werden. Auch im übrigen Lymphsystem kann man Aehnliches beobachten.

Was nun unsere Zellen betrifft, so ist derselben schon oben beim Blute gedacht worden. Es sind dieselben Gebilde mit den gleichen Variationen der Grösse, des Zellenkörpers und seiner Inhaltsmassen, mit den nämlichen Erscheinungsweisen des Kerns, mit der nämlichen vitalen Kontraktilität [2]).

Während in Chylus und Lymphe die erwähnten Zellen gleich bleiben, ist es dagegen vielfach anders mit den übrigen körperlichen Theilen unserer Flüssigkeiten.

Der Chylus eines Säugethiers bietet als Ausdruck seiner weissen Farbe bei mikroskopischer Untersuchung ein trübes Ansehen dar, welches von einer Unzahl darin suspendirter, unendlich feiner staubartiger Partikelchen herrührt und nicht von feinen Fetttröpfchen, womit man früher irrthümlich den Milchsaft reichlich beschenkt hatte. Jene zeigen (was überhaupt bei sehr fein vertheilten, in Flüssigkeiten suspendirten Substanzen vorkommt) ein eigenthümliches, tanzendes oder zitterndes Umhertreiben, die sogenannte *Brown*'sche Molekularbewegung. Es sind die staubartigen Moleküle um so zahlreicher, je undurchsichtiger, weisser und milchartiger der Chylus erscheint. In den grösseren Stämmen seiner Bahn nimmt die Menge dieser feinsten Körperchen ab und in der klaren Lymphe fastender Thiere fehlen sie ganz. Durch den *Ductus thoracicus* strömen unsere Partikelchen aus dem Lymphbezirke in die Blutbahn über und vermögen so transitorische Plasmabestandtheile zu bilden. Von einer nur annähernd genauen Grössenbestimmung kann bei ihrem winzigen Ausmaasse nicht die Rede sein.

Es bestehen diese staubartigen Moleküle, wie *H. Müller* lehrte, aus Neutralfett, welches aber von einer unendlich zarten Schicht eines geronnenen Proteinkörpers (Albumin) umgeben wird. Sie fliessen dem entsprechend im Chylus nicht zusammen, wie es freies Fett thun würde; ebenso nicht bei Wasserzusatz. Trocknet

man aber Chylus ein, so erfolgt bei nachheriger Wasseranwendung ein Zusammentreten der Fetttheilchen; ebenso wenn dem Chylus Essigsäure zugesetzt wird. Aether löst sie, indem die dünne Eiweisshülle kein Hinderniss zu bilden scheint. Wie sich später ergeben wird, stellen diese Fetttheilchen das aus dem Darmkanal resorbirte Fett der Nahrungsmittel dar.

Daneben zeigt der Chylus grössere, matter begrenzte Elementarkörnchen von 0,0002—0,0011^{mm}, welche theils vereinzelt, theils in Gruppen zusammenliegen. Sie scheinen Trümmer des Lymphkörperchens darzustellen und kommen wohl auch im Blute (§ 64) vor [*Hensen*[3], *H. Müller*].

Endlich, wie wir schon früher bemerkten, bieten Chylus und Lymphe noch Blutkörperchen dar. Ein Theil kommt offenbar aus durchschnittenen Blutgefässen, so dass ihre Zumischung bei einer sorgsamen Präparation vielfach gänzlich vermieden wird. Andererseits finden sich farbige Blutzellen fast immer im *Ductus thoracicus* mancher Thiere, wie des Hundes. Reich an farbigen Blutkörperchen erscheint ferner die Lymphe der Milz [*Tomsa*[4])] und Leber [*Hering*[5])]. Es scheint wenig Zweifel zu unterliegen, dass sonach einzelne der Lymphoidzellen schon vor ihrem Eintritt in die Blutbahn die Umwandlung zur farbigen Blutzelle erfahren können. Im Milchbrustgang des Kaninchens glaube ich Uebergangsformen zwischen beiderlei Zellen mit aller Sicherheit beobachtet zu haben, wie sie ähnlich im Milzvenenblute und im Knochenmark vorkommen. Andererseits werden wir auch ein Ueberwandern farbiger Zellen aus dem Blute (*Hering*) durch die Gefässwandungen zugeben müssen (§ 81).

Anmerkung: 1) Man vergl. die Artikel »Chylus« und »Lymphe« von *Nasse* im Handwörterbuch der Physiologie Bd. 2, S. 363 und Bd. 3, S. 221; ferner *H. Müller* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. Bd. 3, S. 204, sowie *Koelliker* ebendaselbst Bd. 4, S. 142. — 2) Man überzeugt sich hiervon mittelst des erwärmten Objekttisches leicht. Vergl. *Frey*, Das Mikroskop etc. 5. Aufl. S. 62 u. 138. — 3) Zeitschr. für wissensch. Zoologie Bd. 11, S. 259. — 4) Wiener Sitzungsberichte Bd. 48, Abth. 2, S. 652. Hier ist auf die spätere Schilderung der Milz zu verweisen. — 5) Die gleiche Zeitschr. Bd. 56, Abth. 2. S. 691.

§ 84.

Eine Frage, welche in die Histologie des heutigen Tages tief eingreift, ist die nach dem Ursprunge der Lymph- und Chyluszellen.

Da eine spontane Entstehung in beiden Flüssigkeiten nicht wohl mehr angenommen werden konnte und da die Zellen in den Anfängen des Kanalwerks entweder gänzlich fehlen oder höchstens nur spärlich vorkommen, während sie nach der Passage der Lymphknoten plötzlich häufig angetroffen werden, lag schon vor Jahren die Möglichkeit eines Ursprunges aus diesen sogenannten Drüsen nahe genug[1]). Eine Unterstützung erhielt diese Ansicht noch durch den Nachweis, dass der Inhalt letzterer der gleiche, wie der der Lymphgefässe ist. Ebenso kommen in der Verdauungsschleimhaut kleine Lymphknoten als sogenannte solitäre und *Peyer*'sche Drüsen vor. Dadurch wurde es begreiflich, dass die die Darmwand verlassenden feinen Chylusstämmchen schon einzelne unserer Zellen führen können.

Und in der That, die Zellen von Lymphe und Chylus sind die in die Hohlgänge der Lymphknoten eingedrungenen und von dem Flüssigkeitsstrom entführten Zellen dieser Organe, — Dinge, welche die Schilderung der Lymphdrüsen verständlich machen wird, wo wir auch die Entstehung unserer Zellen in jenen Organen zu behandeln haben werden.

Man kann ferner daran denken, wie weit jene Zellen noch im Lymph- und Chylusstrome einer Vermehrung, etwa durch Theilung, fähig sind. Sichere Thatsachen aber hinsichtlich eines solchen Prozesses liegen zur Zeit noch nicht vor[2]).

Anmerkung: 1) Diese Anschauung wurde zuerst von *Donders* (Physiologie, Leipzig 1856, Bd. 1, S. 317) und *Brücke* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 9 und 10) ausgesprochen.

Man vergl. im Uebrigen noch *Koelliker* (Würzburger Verhandlungen Bd. 4, S. 107) und *Virchow* (Gesammelte Abhandlungen S. 216). — *Koelliker* (in der Zeitschr. für wiss. Zoologie Bd. 7, S. 182) untersuchte mit *Müller* die Chylusgefässe eines während der Verdauung getödteten Hundes. Diejenigen, welche von Stellen des Darmes kamen, wo *Peyer*'sche Drüsen lagen, waren mit zahlreichen Zellen gefüllt; etwas spärlicher andere Chylusgefässe, welche von Theilen des Darmkanals entsprangen, wo die eben genannten Drüsen fehlten. Gleichfalls zellenführend fiel die vom Dickdarm abfliessende Lymphe aus. Die aus der Leber entspringenden Gefässe enthielten keine Zellen. Aber die Lymphgefässe des Samenstranges vom Stier besassen ebenfalls eine gewisse, wenn auch nur geringe Anzahl zelliger Elemente, die mithin nicht von Lymphknoten herrühren konnten. Hierzu kommt noch das Faktum, dass bei niederen Wirbelthieren, wo Lymphdrüsen überhaupt fehlen, die Lymphe ebenfalls, wenngleich nur spärlich, zellenführend ist. Allerdings könnte hier an die Ablösung und Umwandlung von Epithelialzellen gedacht werden. Wahrscheinlicher ist aber ein Eindringen lymphatischer Zellen von der Blutbahn durch die Gefässwandung und aus dem Bindegewebe her, welches in manchen seiner Formen jene lymphoiden Elemente in Unzahl besitzt. Freie Mündungen der Lymphgefässe an der peritonealen Seite des Zwerchfells hat *Recklinghausen* aufgefunden. Sie sollen lymphoide Zellen der Peritonealflüssigkeit einnehmen (vergl. *Virchow*'s Archiv Bd. 26, S. 172). — 2) Vor längeren Jahren beschrieben *Koelliker* und *Fahrner* solche doppelbrodartige Zellen mit doppeltem Kerne aus der Lymphe (*Koelliker* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. Bd. 4, S. 142; *Fahrner* a. a. O. Fig. 4). Sie scheinen späteren Beobachtern nicht wieder vorgekommen zu sein. Theilungen lymphoider Zellen beim Entzündungsprozess beobachtete *S. Stricker* (Studien aus dem Institute für experimentelle Pathologie in Wien. Heft 1, S. 18. Wien 1869). Die vitale Kontraktilität unserer Zellen mahnt bei Beurtheilung der Bilder zur Vorsicht. Formen, wie sie unsere Fig. 118 vorführt, haben mit dem Theilungsakte nichts zu thun. Man sehe im Uebrigen noch eine Notiz über die Theilung lymphoider Zellen des Amphibienblutes von *E. Klein* (Centralblatt 1870, S. 171). Nach dem Verfasser soll der Theilungsakt »ziemlich leicht und sicher« zu beobachten sein. Meine eigenen Erfahrungen lehren das völligste Gegentheil.

§ 85.

Ueber die Mengenverhältnisse beider Flüssigkeiten besitzt die Wissenschaft zur Zeit keine sicheren Thatsachen, so wichtig eine, wenn auch nur annähernd richtige, Quantitätsbestimmung immerhin wäre [1]. Nur so viel kann zur Stunde vermuthet werden, dass die Menge beider Flüssigkeiten eine recht beträchtliche sein möge, so dass auch durch das Lymphgefässsystem, ähnlich wie durch die Verdauungssäfte, ein starker intermediärer Wasserkreislauf existirt.

Gehen wir nun über zur chemischen Konstitution beider Flüssigkeiten, so liegen hier nur ungenügende Analysen gegenwärtig vor, wie es denn bisher noch nicht einmal möglich geworden ist, Chylus und Lymphe in einer den histologischen Anforderungen nur leidlich genügenden Weise zu untersuchen. Noch können wir die Beschaffenheit der feuchten Lymphzelle nicht genau ermitteln. Bei der Schwierigkeit, grössere Mengen Lymphe und Chylus rein zu erhalten, bei der wechselnden Natur beider Flüssigkeiten zeigen die vorhandenen rohen Analysen enorme Differenzen.

Was die Zellen betrifft, so bestehen sie aus verschiedenen Modifikationen eiweissartiger Stoffe, indem die Hüllenschicht andere Reaktionen darbietet als der Kern und das Protoplasma des Zellenkörpers, welches Moleküle eines geronnenen Eiweissstoffes und der Fette umschliesst. Jene löst sich in verdünnten Säuren, der Kern [2] nicht.

Die Lymphe [3] stellt eine mehr oder weniger klare, alkalisch reagirende, wasserreiche Flüssigkeit dar, deren spezifisches Gewicht noch nicht gekannt ist. In ihr finden sich nun zunächst wiederum jene Proteinstoffe, welche gleichfalls im Blutplasma vorkommen, nämlich die beiden Konstituenten des Faserstoffs und das Albumin mit seinen Modifikationen. Erstere verursachen auch hier die Gerinnung der entleerten Flüssigkeit. Doch bietet der Faserstoff der Lymphe Abweichungen gegenüber dem Blutfibrin in seinem Festwerden dar. Lymphe pflegt nämlich in der Leiche nicht zu gerinnen, sondern erst bei der Entleerung, nach einer oft längeren Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs. Nach den vorhandenen Angaben

scheinen gewöhnlich 10—20 Minuten erforderlich zu sein; aber es kann auch eine Stunde darüber vergehen (*Nasse*). Der Lymphkuchen hält, wie es auch beim Blute vorkam, die Form des auffangenden Gefässes ein, ist aber natürlich bei der geringeren von ihm umschlossenen Zellenmenge viel kleiner. Auffallend ist eine vielfach gemachte Beobachtung, dass der Kuchen sich nachträglich an der Luft röthen kann (was ich aus eigner Erfahrung zu bestätigen im Stande bin), eine Farbenveränderung, welche mit der Erzeugung des Blutfarbestoffs durch den atmosphärischen Sauerstoff zusammenhängen dürfte.

Die Menge des Fibrin scheint im Uebrigen ziemlich wechselnd auszufallen.

Das Eiweiss der Lymphe ist gleich demjenigen des Blutplasma mit Natron verbunden als Natronalbuminat. Kasein fehlt wie im Blute.

Die im Einzelnen noch nicht näher gekannten Fettsubstanzen erscheinen theils als Neutralfette, theils verseift mit Natron. Ihre Menge, wie auch die des Albumin, scheint ziemlich zu wechseln. Dann enthält die Lymphe Traubenzucker [4]) und Harnstoff [5]). Die Extraktivstoffe der Lymphe, im Allgemeinen in nicht geringer Menge in ihr enthalten, sind nicht näher erforscht.

Unter den Mineralbestandtheilen ist Chlornatrium reichlich vertreten; ebenso kommen kohlensaure Alkalien in der Lymphe vor, daneben die gewöhnlichen phosphorsauren und schwefelsauren Salzverbindungen des Organismus. Endlich traf man Eisen an.

Der Wasserreichthum unserer Flüssigkeit dürfte ebenfalls ansehnlichen Variationen unterliegen, stets aber grösser als der des Blutplasma bleiben.

Die Lymphe enthält keinen Sauerstoff oder nur Spuren desselben, eine geringe Menge Stickgas, dagegen reichliche Kohlensäure. Ein Theil der letzteren ist locker gebunden, ein anderer Theil nur durch Säuren austreibbar [6]).

Im Ganzen ergibt sich, das die Lymphe eine dem Blutplasma verwandte Zusammensetzung zeigt. Auch die Proportionen der Salze beider Flüssigkeiten scheinen ganz ähnliche zu sein (*Nasse*). Im Allgemeinen kann die Lymphe gegenüber dem Blutplasma bezeichnet werden als reicher an Wasser und Extraktivstoffen, aber ärmer an Albumin, Fetten und Salzen.

In neuerer Zeit hat *C. Schmidt* [7]) Analysen der Pferdelymphe angestellt, bei welchen zum erstenmale Lymphkuchen und Lymphserum getrennt bestimmt wurden.

Die Halslymphe des mit Heu reichlich gefütterten Füllens zeigt folgende Zusammensetzung:

1000 Theile Lymphe enthalten:

Serum	955,2
Kuchen	44,8

1000 Theile Lymphkuchen enthalten:		1000 Theile Serum enthalten:	
Wasser	907,3	Wasser	957,6
Fibrin	48,7	Albumin	32,0
Albumin, Fette und Fettsäuren, Andere organische Stoffe	34,3	Fette und Fettsäuren	1,2
		Andere organische Stoffe	1,8
Salze	9,7	Salze	7,4

Hinsichtlich der Mineralbestandtheile der Lymphe fand *Schmidt* einen ähnlichen, wenngleich weniger scharf ausgesprochenen Gegensatz zwischen Zellen und Plasma wie im Blute (vergl. § 75).

Was zweitens die chemische Konstitution des Chylus anbetrifft, so erscheint derselbe schwach alkalisch, aber durch den grösseren Fettreichthum trüber, milchiger als die vorige Flüssigkeit und überhaupt reicher an festen Bestandtheilen, so dass sein spezifisches Gewicht zwischen 1,012 und 1,022 angenommen wird. Mit der Lymphe theilt er die Eigenschaft, einige Zeit nach der Entleerung zu gerinnen. Dagegen erfolgt rasche Gerinnung, wenn man künstlich etwas Blut zufügt

(*A. Schmidt*). Dass die fibrinogene Substanz der letzteren Flüssigkeit aus den rothen Blutkörperchen stamme, haben wir früher (§ 11) erwähnt. Das Koagulum vermag sich ebenfalls in Berührung mit der Luft nachträglich zu röthen. Der Faserstoff pflegt sich aber vielfach weniger zu kontrahiren und mehr gallertartig weich zu bleiben, sowie eine grössere Löslichkeit zu besitzen.

Das Eiweiss, wie sich am Ende schon aus der Natur des Milchsaftes ergibt, der wichtigere Bestandtheil, erscheint in ansehnlicher, aber nach der Art der Nahrung wiederum beträchtlich wechselnder Menge. Dass das Albumin theilweise Hüllen um die früher erwähnten staubartigen Fettmoleküle unserer Flüssigkeit bilde, wurde in einem früheren § erwähnt. Daneben ist ein anderer Theil gelöst im Wasser vorhanden.

Ebenso ist, wenn auch nothgedrungen wiederum bedeutend schwankend, der Fettgehalt des Chylus ein weit beträchtlicherer als derjenige der Lymphe war. Anfänglich, in den feinsten Gefässen, scheint alles Fett als Neutralverbindung in dem Zustande feinster Vertheilung suspendirt zu sein. Später tritt verseiftes Fett auf, wie schon die mikroskopische Beobachtung lehren kann, wo in klarer Flüssigkeit durch den Zusatz einer Säure Fetttröpfchen entstehen (*H. Müller*).

Dann enthält der Chylus Traubenzucker[8]) und Harnstoff[9]). Nach *Lehmann* kann er auch Milchsäure führen.

Endlich führt der Chylus eine nicht unbedeutende Menge von Extraktivstoffen und die gewöhnlichen Mineralverbindungen; so alkalische Salze, namentlich Chlornatrium in beträchtlicher Menge, ferner eine geringere Quantität von erdigen Salzen. Ebenso hat man Eisen in ihm angetroffen.

Als Beispiel diene eine ältere Analyse von *Rees*[10]), neben welche wir die von demselben Forscher analysirte Lymphe stellen.

	Chylus eines vor 7 Stunden mit Bohnen und Erbsen gefütterten jungen Esels (vor dem *Ductus thoracicus* aufgefangen) nach *Rees*.	Lymphe aus den Extremitäten desselben Thieres.
Wasser . . .	902,37	965,36
Faserstoff. . .	3,70	1,20
Eiweiss . . .	35,16	12,00
Wasserextrakt .	12,33	13,19
Alkoholextrakt .	3,32	2,40
Fette	36,01	Spuren
Salze	7,11	5,85

In auffallender Weise gelangte der neueste Untersucher des Chylus, *C. Schmidt*, zu andern Ergebnissen für den Chylus aus dem Milchbrustgang des Füllen. Nach ihm ist die Mischung beider Flüssigkeiten, des Chylus und der Lymphe, eine höchst ähnliche; nur bot erstere Flüssigkeit einen etwas höheren Eisengehalt dar, während die Fettmenge äusserst gering ausfiel.

Der Chylus aus dem *Ductus thoracicus* eines gesunden, 3 Stunden vorher mit Mehlbrei und Heu gefütterten Füllen zeigte folgende Zusammensetzung:

1000 Theile enthalten:	
Serum	967,4
Kuchen	32,6

1000 Theile Chyluskuchen enthalten:		1000 Theile Chylusserum enthalten	
Wasser	887,6	Wasser	958,5
Fibrin	39,0	Fibrin	. . .
Freies Fett.	1,5	Freies Fett.	0,5
Fettsäuren der Seifen. .	0,3	Fettsäuren der Seifen. .	0,3
Albumin . . . . . } Zucker u. andere organische Stoffe. . . }	66,0	Albumin	30,9
		Zucker u. andere organische Stoffe. . . .	2,3

Hämatin	2,1	Hämatin	. . .
Mineralbestandtheile (ohne Eisen)	5,5	Mineralbestandtheile (ohne Eisen)	7,5

Ueber das **erste Auftreten** der Lymphzellen **beim Embryo** weiss man noch nicht viel. Nur aus dem Umstande, dass Lymphkörperchen schon frühe im fötalen Blut zu bemerken sind, kann man ein baldiges Vorkommen der betreffenden Zellen in der Lymphe vermuthen.

Anmerkung: 1) Man hat sich manchfach bemüht, aus der Menge von Flüssigkeit, welche durch den angeschnittenen *Ductus thoracicus* eines Thieres ausströmt, die Quantität der Lymphe für einen 24stündigen Zeitraum zu finden, indem man hierbei nicht selten von der unrichtigen theoretischen Anschauung ausging, im nüchternen Zustande Lymphe und bei der Verdauung Chylus vor sich zu haben. Ein derartiges Verfahren bleibt bei der Natur des operativen Eingriffes, bei der kurzen Beobachtungszeit und der gewiss manchem Wechsel unterliegenden Lymphmenge stets ein sehr unsicheres. So erhielt schon vor längeren Jahren *Magendie* (*Précis élémentaire de Physiologie T.* 2, *p.* 183) bei einem lebenden Hunde mittlerer Grösse aus dem Milchbrustgange in 5 Minuten $^1/_2$ Unze Flüssigkeit, was für den Tag 12 Pfund, etwa ein Viertheil des ganzen Körpergewichtes, betragen würde. *Bidder* (*Müller*'s Archiv 1845, S. 46) liess aus dem *Ductus thoracicus* eben in der Verdauung erwürgter Hunde und Katzen den flüssigen Inhalt einige Minuten lang ausströmen und berechnete hiernach die tägliche Menge. Er nimmt an, dass die Quantität des Chylus in 24 Stunden zum Körpergewichte wie 1 : 5,34 und 6,66 sich verhalte. — Weitere Versuche in dieser Richtung stellte später *W. Krause* an (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift N. F., Bd. 7, S. 148.) Auch er erhielt eine sehr grosse Lymphmenge. Nach einem andern Gedanken suchte *Vierordt* die Chylusmenge zu ermitteln. Ausgehend von dem nicht bewiesenen und höchst wahrscheinlich irrigen Vordersatz, dass alle verdauten Proteinstoffe der Nahrung den Weg durch den Chylus zum Blute nehmen, bemüht er sich, hieraus die Menge der Flüssigkeit zu berechnen (Archiv für physiologische Heilkunde, Bd. 7, S. 281). Ebenso wenig ist ein Gedanke *Lehmann*'s ausführbar, aus der aufgenommenen Fettmenge die Chylusquantität durch Rechnung zu gewinnen (Physiologische Chemie, 2. Aufl. Bd. 2, S. 254). Unter den neueren Forschern glaubt *C. Schmidt* (*Schmidt*'s Jahrbücher der gesammten Medizin Bd. 113, S. 7), allerdings nach unsicheren Voraussetzungen, die 24stündige Menge von Chylus und Lymphe beim Pferde der Gesammtblutmenge gleichsetzen zu dürfen, wozu die beiden letztgenannten Flüssigkeiten etwa den gleichen Beitrag liefern sollten. — 2) *F. Miescher* (*Hoppe*'s Mediz.-chem. Untersuchungen. Tübingen. Heft 4, S. 441 (1871) gewann aus den Kernen der Lymphoidzellen (d. h. der Eiterkörperchen) eine neue, phosphorhaltige Substanz, das Nuklein. Ebendaselbst (S. 461) theilt uns noch *P. Plósz* mit, dass die Kerne der rothen Blutzellen von Schlangen und Vögeln denselben Körper enthalten sollen. — 3) Ueber die Mischungsverhältnisse der Lymphe und des Chylus vergl. man die Abschnitte in den Werken *Gorup*'s, S. 355 und *Kühne*'s S. 252. — 4) *Poiseuille* und *Léfort* in den *Comptes rendus Tome* 46, *p.* 677. — 5) *Wurtz* a. d. O. Bd. 49, S. 52. — 6) Man s. *Hensen* in *Virchow*'s Archiv Bd. 37, S. 68. Ebendaselbst (S. 55) befindet sich noch eine weitere Arbeit von *C. Dähnhardt*. Die beste Untersuchung rührt von *O. Hammarsten* her. (Berichte der sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig 1871, S. 617). — 7) *Schmidt* a. a. O. — 8) *Poiseuille* und *Léfort* a. a. O. Bei zuckerfreier oder zuckerarmer Nahrung fehlt der Zucker im Chylus des Hundes. — 9) *Wurtz* a. a. O. — 10) *London, Edinburgh and Dublin philosoph. magazine. Febr.* 1841. Man vergl. noch den Artikel: »Chylus« von *Nasse* S. 235.

B. Gewebe einfacher Zellen mit sparsamer fester Grundsubstanz.

---

3. Das Epithelium.

§ 86.

Unter Epithelium oder Oberhaut versteht man ein Gewebe dicht gedrängter Zellen, welches in Schichten von sehr ungleicher Stärke die Aussen- und Innenflächen des Körpers, ausführende Kanäle, ja zahlreiche vollkommen abgeschlossene Hohlräume überzieht. Seine Bedeutung ist uns durch die Entwicklungsgeschichte erst klar geworden. Durch die schönen Untersuchungen *Remak's* haben wir erfahren, dass in früher Zeit des Bildungslebens die flache Embryonalanlage nach oben wie unten von zwei Zellenlagen, dem Horn- und Darmdrüsenblatte begrenzt wird. Aus ersterem geht zunächst das Epithelium der Aussenfläche, aus letzterem dasjenige der Verdauungsschleimhaut hervor. Aber mit ihren Zellen treten ferner Hornblatt und Darmdrüsenblatt in den Aufbau zahlreicher Organe ein.

So trägt nicht allein die Aussenseite des Leibes, die Haut mit ihren manchfachen Einsackungen diese epithelialen Zellenlagen; auch die mit letzteren kommunizirenden Schleimhäute, die Drüsen des Darmrohrs, die Innenfläche der Athem- und Geschlechtswerkzeuge, ja Theile, welche sich später vollkommen von jenen primordialen Epithelschichten abgetrennt haben, wie z. B. die Gehirnhöhlen, die Hohlräume und Begrenzungsflächen im Auge und Gehörorgan besitzen den charakteristischen Ueberzug. Indem die sekretbildenden Drüsenzellen den gleichen Ursprung mit den Epithelien theilen, gehen im Innern jener Organe beiderlei Zellenformen vielfach in einander über.

Indessen das Epithel erstreckt sich noch weiter durch den Körper. Die vom Horn- und Darmdrüsenblatt umhüllte mittlere embryonale Zellenschichtung, das sogenannte Mittelblatt, lässt im fortschreitenden Bildungsleben manchfache Hohlräume entstehen, deren Innenfläche nachträglich eine epitheliale Bekleidung gewinnt. So besitzen die Epithelien der serösen Säcke, der Innenfläche des Herzens, der Blut- und Lymphgefässe der letzteren abweichenden Ursprung. Man hat ihnen in neuerer Zeit den Namen des Endothelium oder Binnenepithel gegeben. Eine scharfe Grenze zwischen Epi- und Endothel können wir aber jetzt zur Zeit noch nicht durchführen.

Als Elemente des Epithel [1]) erscheinen blasse, glashelle Zellen mit einem deutlichen Kerne (welcher nur im Alter bei manchen Formen des Gewebes fehlen kann). Die Grösse der Zellen erfährt sehr beträchtliche Schwankungen, etwa von 0,0074—0,056 ^{mm}; geringere der Nukleus, dessen Ausmaass von 0,0045—

0,0091^{mm} im Mittel angenommen werden darf und dessen Ansehen ein bläschenförmiges, homogenes oder auch granulirtes sein kann.

Es wurde schon bemerkt, dass das Epithelium in Schichten von verschiedener Dicke die Flächen des Körpers überzieht. Die Mächtigkeit unseres Zellengewebes schwankt in der That nach den einzelnen Lokalitäten des Organismus ganz ausserordentlich. Während auf der äusseren Haut des Menschen in zahlreicher Schichtung die Zellenlagen des Epithel eine Höhe von 2^{mm} und mehr zu erlangen im Stande sind, so dass sie schon einer älteren Generation von Anatomen auch ohne mikroskopische Analyse nicht entgehen konnten, sinkt das Epithelium an vielen andern Stellen zu dünnen, von wenigen Lagen gebildeten Zellenbekleidungen herab, welche dem unbewaffneten Auge verborgen bleiben mussten. Endlich — und es ist über grosse weite Flächen des Organismus der Fall — vermag unser Gewebe nur aus einer einzigen, oft ausserordentlich dünnen Zellenschicht zu bestehen [2]).



Fig. 127. Plattenepithel der Mundschleimhaut des Menschen.



Fig. 128. Zylinderepithel des Dickdarms vom Kaninchen.



Fig. 129. Verschiedene Formen der Flimmerzellen des Säugethiers.

Wichtig vor allen Dingen sind die **Formverschiedenheiten**, welche die Zellen des so verbreiteten Epithelialgewebes darbieten, und die zur Aufstellung mehrerer Arten desselben geführt haben.



Fig. 130. Pigmentirte Plattenepithelien (sogenannte polyedrische Pigmentzellen) des Schafs.

Verhältnissmässig selten — und im Körper des Menschen nur an ganz beschränkten Lokalitäten — erscheint das Epithelium in der ursprünglichen Grundform der Zelle, in **kugliger Gestalt**. Sonst bemerkt man jene beiden Umwandlungen des kugligen Zellenkörpers, deren wir schon früher im allgemeinen Theile (S. 67) gedacht haben, die Abflachung und die seitliche Kompression, so dass unser Gewebe, wenn auch unter vielfachen Modifikationen im Einzelnen entweder als plattenförmige oder als schmale zylindrische Zelle auftritt.

Wir haben desshalb 1) das **Platten- oder Pflasterepithel** (Fig. 127), und 2) das **zylindrische** (Fig. 128) zu unterscheiden.

Weitere Modifikationen unseres Gewebes entstehen dadurch, dass die freie Oberfläche der Zellen die schon früher erwähnten kleinen Wimperhaare tragen kann. Es bildet sich hierdurch eine besondere dritte Form, das **Flimmerepithel** (Fig. 129) hervor. Bei dem Menschen und den höheren Thieren ist es fast nur die zylindrische Zelle, auf welcher derartige Anhangsgebilde vorkommen.



Fig. 131. Die äussere Haut des Negers in senkrechtem Schnitt. Ueber den kegelförmigen Papillen des Hautgewebes (a) das massenhaft geschichtete Epithelium mit seinen unteren, jüngeren Zellen b, c, sowie den älteren bei d.

Endlich trifft man an gewissen Lokalitäten des Körpers einen eigenthümlichen Inhalt unserer Gebilde, nämlich Körnchen des schwarzen Pigments oder Melanin, welche den Körper der Zelle erfüllen. Bei Mensch und Säugethier zeigen nur mehr plattenartige Oberhautzellen eine derartig abweichende Inhaltsmasse: Sie stellen Dasjenige dar, was die Histologen früher als polyedrische Pigmentzellen beschrieben haben (Fig. 130). Es sind in unserer Auffassung die pigmentirten Epithelien.

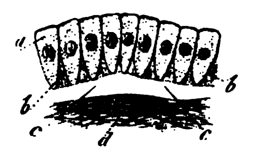


Fig. 132. Einfacher Ueberzug des Zylinderepithel auf einer Schleimhaut; *d* faseriges Schleimhautgewebe, *a* die Zellen. (Schema.)

Noch eine weitere Verschiedenheit bringt die schon im Vorhergehenden erwähnte höchst ungleiche Mächtigkeit des Gewebes hervor. Neben Epithelien, wo viele Schichten übereinander gelagert einen dicken Ueberzug herstellen (Fig. 131), finden sich andere, bei welchen nur eine einzige Zellenlage getroffen wird (Fig. 132), und zwischen dem stark geschichteten Epithelium und dem ungeschichteten liegen manchfache Zwischenstufen, wo nur einige Lagen unserer Zellen übereinander gebettet bemerkt werden. Es dürfte gleich hier festzuhalten sein, dass nur Plattenepithelien eine irgendwie erheblichere Schichtung anzunehmen befähigt sind, keineswegs aber überall auch diese Anordnung erlangen müssen.

Anmerkung: 1) Neben den älteren Arbeiten von *Henle* und *Koelliker* s. man noch den Artikel *L. Ranvier's* »Epithelium« im *Noveau Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques. Tome* 13, *p.* 675. *Paris* 1870. — 2) Man begreift nach dem eben Erwähnten, dass die älteren Anatomen über die Ausdehnung des Epithelialgewebes nur sehr unvollkommene Vorstellungen besassen. Hatten sie auch auf einzelnen Schleimhäuten verdickte Epithelialschichten bei Wirbelthieren gefunden, so konnte nur vermuthungsweise selbst der Mukosa überall ein derartiger dünnerer Ueberzug vindizirt werden.

§ 87.

Das Pflaster- oder Plattenepithel bildet die verbreitetste Form unseres Gewebes. Abgesehen von beschränkteren Vorkommnissen begegnet man ihm auf der äusseren Haut, vielen Schleimhäuten, den serösen (ächten wie unächten) Säcken, sowie der Innenfläche des Gefässsystems. Seine Mächtigkeit ist die verschiedenartigste, so dass es einen Theils in starker Schichtung das massenhafteste aller Epithelien darstellt, andererseits in einfacher Lage zum zartesten Zellenüberzuge sich gestaltet.

Einfaches Plattenepithel[1]) bildet zunächst die Innenlage der Herzhöhlen, sowie der Blut- und Lymphgefässe[2]). Weiter erscheint es auf den ächten serösen Säcken, auf Synovialhäuten [Schleimbeuteln, Schleimscheiden und Synovialkapseln der Gelenke[3])]; ferner im innern Auge [an der hinteren Fläche der Hornhaut, der vorderen der Iris[4]), an der Innenseite der vorderen Linsenkapselhälfte[5])], sowie dem Gehörorgane [Beinhautüberzug des inneren Ohres, der Innenfläche der häutigen halbkreisförmigen Kanäle und Vorhofssäckchen[6])]. Wie weit für die Drüsengänge eine derartige Bekleidung anzunehmen, mag vorläufig dahin gestellt bleiben. Doch erkennt man auf den Ausführungskanälen der Schweiss- und Ohrenschmalzdrüsen ein bald einfaches, bald schwach geschichtetes Pflasterepithelium. Ebenfalls tragen die Luftzellen der Lungen die gleiche Zellenformation[7]). Endlich besitzt der grössere Theil der Hirnhöhlen beim *Erwachsenen (statt der* Flimmerzellen der frühen Lebenszeit) eine Art Plattenepithel.

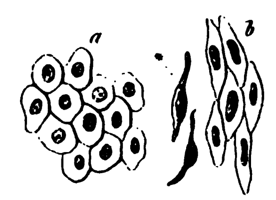


Fig. 133. Einfache Pflasterepithelien; *a* einer serösen Membran, *b* der Gefässe mit der Seitenansicht.

Als Formelemente (Fig. 133) treffen wir in gedrängter Stellung und ohne nachweisbare Zwischensubstanz platte blasse Zellen, oft ohne allen körnigen Inhalt, bisweilen mit sehr zarten, staubartigen Molekülen. Ihre Umrisse können bei der grossen Zartheit der Zellenbegrenzungen scheinbar zusammenfliessen, pflegen aber nach der Einwirkung einer verdünnten Höllensteinlösung in Gestalt dunkler Linien überaus deutlich zu werden [8]).

Die Zellen besitzen einen schönen, bald etwas granulirten, bald aber auch ganz glattrandigen Kern, in dessen Innern ein oder mehrere Nukleoli vorzukommen pflegen. Die Form ist eine doppelte; einmal eine mehr breite, polyedrisch abgegrenzte (*a*), mit einem Ausmaase von 0,0226—0,0090 ^{mm} und rundlichem Kerne von 0,0075—0,0057 ^{mm}, dann diejenige eines flachen lanzettförmigen Schüppchens mit einer Länge von 0,0226—0,0155 ^{mm} und einem gleichfalls verschmälerten Kerne (*b*). Eigenthümliche Bilder gewährt die Seitenansicht solcher Zellen (*b'*). Sie erscheinen in der Form eines kurzen Fäserchens, welches in der kerntragenden Mitte eine erhebliche Verdickung führt. Die erstere Zellenbildung finden wir auf den serösen Säcken, die letztere kleidet die Blut- und Lymphgefässe aus; doch bietet diese [*Legros* [9])] manchfache Differenzen dar. Längere und schmälere Zellen zeigen die Arterien; kürzer und breiter fallen die Elemente des Endothel bei den Venen aus.

Die Höhe unserer Zellen und damit die Mächtigkeit des ganzen Ueberzugs muss nach dem eben Erwähnten mancherlei Verschiedenheiten darbieten. Wo die Abplattung weniger eingetreten ist, erhält sich die Dicke der Zelle und der ganzen Bekleidung noch auf 0,0056 ^{mm} und mehr, während stärker abgeflachte Zellenlagen zu einer Mächtigkeit von nur 0,0037—0,0032 ^{mm} herabsinken können.

Als eigenthümliche Bildungen verdienen noch die hohen Zellen, welche im Höhlensysteme des Gehirns vorkommen, eine Erwähnung; ebenso die der *Plexus chorioidei*. Letztere (Fig. 134) sind ebenfalls dicker, rundlich, in einen oder mehrere stachlige Fortsätze ausgehend und neben dem Nukleus in der Regel ein oder mehrere Körner einer dunkelbräunlichen Substanz enthaltend, welche übrigens jugendlichen Körpern abgeht [10]).

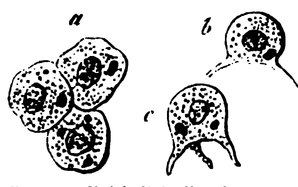


Fig. 134. Epithelialzellen der *Plexus chorioidei* vom Menschen; *a* die Zellen von oben, *b c* Seitenansichten derselben.

Die einfachen Plattenepithelien stellen zarte, in der Leiche schneller Zersetzung anheimfallende Gebilde dar. Während des Lebens dürfen sie dagegen länger ausdauernde und nur wenig rasch sich ersetzende Zellenlagen bilden (wovon vielleicht die Epithelien der Lungenzellen eine Ausnahme machen). Die Regeneration kennen wir noch nicht.

Anmerkung: 1) S. *Henle*'s allg. Anat. S. 226 etc.; *Luschka*, die Struktur der serösen Häute. Tübingen 1851. — 2) Wir müssen für das Weitere auf den das Gefässsystem behandelnden Abschnitt verweisen. — 3) Man vergl. *Schweigger-Seidel* (Sächsische Sitzungsberichte, Mat.-phys. Klasse, 1866, S. 329; *Landzert* im Centralblatt 1867, S. 369, ferner *C. Hüter* in *Virchow*'s Archiv Bd. 36, S. 25 (mit eigenthümlicher Deutung), *R. Böhm*, Beiträge zur normal. und pathol. Anat. der Gelenke Würzburg 1868, Diss., sowie *J. J. Gerlach* (Centralblatt 1869, S. 689); *G. Schwalbe* (Archiv f. mikrosk. Anat. 1870, S. 27) und *E. Albert* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 64, Abth. 2, Sep.-Abdr.). — Aeltere Angaben, welche von einem geschichteten Plattenepithelium an der Oberfläche des Bindegewebes berichten (*Frerich*'s Artikel: »Synovia« im Handw. d. Phys. Bd. 3, 1, S. 463) beruhten auf Täuschung. In der (frühen) Embryonalzeit scheinen jedoch nach den Erfahrungen von *Reichert* (*Müller*'s Archiv 1849, im Jahresbericht S. 16; und *Luschka* (die Halbgelenke des menschlichen Körpers. Berlin 1858, S. 9) auch die Knorpeloberflächen von einem Ueberzug epitheliumartiger Zellen bekleidet zu sein. Wir kommen darauf später zurück. — 4) *Luschka* a. a. O. S. 40; *Koelliker*, Gewebelehre, 5. Aufl. S. 663; *J. Arnold* in *Virchow*'s Archiv Bd. 27, S. 367. — 5) Man vindizirte früher fälschlich der vorderen Linsenkapselhälfte das Epithelium an der Aussenfläche (*Valentin*, Artikel: »Gewebe« im Handw. d. Phys. Bd. 1, S. 75

ein Irrthum, welchen *Brücke* (Anatomische Beschreibung des Augapfels. Berlin 1847, S. 30) wiederholte, während *Henle* (seine und *Pfeufer's* Zeitschrift, N. Folge. Bd. 2, S. 299) und *Koelliker* das wahre Verhältniss erkannten. — 6) Vergl. *Corti* in der Zeitschrift für wiss. Zoologie Bd. 3, S. 109. — 7) Ueber das betreffende Epithelium vergl. man den Abschnitt, welcher den Athmungsapparat behandelt. — 8) S. *Recklinghausen*, die Lymphgefässe etc. S. 5 und *Frey*, das Mikroskop, 5. Aufl. S. 152. — 9) S. dessen Arbeit im *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.* 1868, *p.* 275. — 10) Vergl. *Luschka*, die Adergeflechte des menschlichen Gehirns. Berlin 1855 und die schöne Arbeit von *Häckel* in *Virchow's* Archiv Bd. 16, S. 254.

§ 88.

Die im vorigen § besprochenen einfachen Plattenepithelien gehen nun durch Zwischenformen ohne scharfe Grenze in die stärker oder stark geschichteten über.

So bemerkt man an der Innenfläche des Trommelfells [Gerlach [1])] sowie an der innern Oberfläche der Dura mater und der Aussenseite der weichen Haut das Epithelium allerdings noch in dünner Lage, aber aus mehreren Schichten gebildet, von welchen die oberflächlichen schon grössere und flachere Zellen erkennen lassen können [*Henle* [2])].

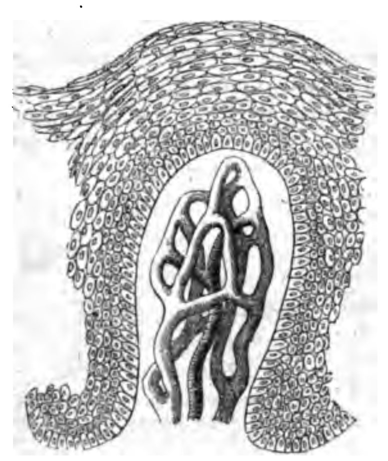


Fig. 135. Eine Papille von dem Zahnfleische eines Kindes mit dem Gefässnetz und den Epithelialschichten.

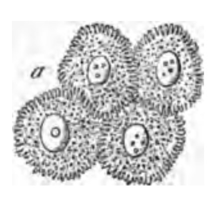




Fig. 136. Sogenannte Stachel- oder Riffzellen. *a* aus den unteren Schichten der Epidermis des Menschen; *b* eine Zelle aus einer Papillargeschwulst der menschlichen Zunge.

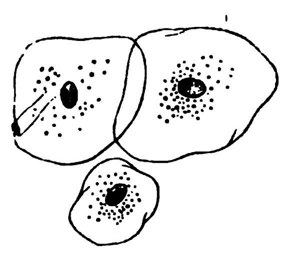


Fig. 137. Epithelialzellen der obersten Schichten aus der Mundhöhle des Menschen.

Ein interessantes Beispiel eines mässig geschichteten Plattenepithel bietet uns die vordere Fläche der Hornhaut [3]) der Säugethiere dar. Es mögen hier bald 7, bald 9 Lagen übereinander gebetteter Zellen vorkommen. Ganz leicht ist diese Zählung übrigens nicht. Wir erkennen ein paar Schichten abgeflachter Zellen, dann einige, wo der Zellenkörper im Allgemeinen kuglig sich gestaltet, freilich durch den allseitigen Druck auch in andere Formen gepresst werden kann. Die unterste Schicht besteht aus hüllenlosen Elementen höher als breit mit prallem Kerne (senkrecht verlängerten Zellen).

Etwas schwächer geschichtet erscheint der Ueberzug der Harnwerkzeuge. Als oberste Lage bemerkt man eine einzige Lage verschieden grosser Zellen mit bläschenförmigem Kern. Ihre Unterfläche zeigt eine wechselnde Anzahl von Gruben mit dazwischen befindlichen, eine Strecke weit absteigenden Leisten und Spitzchen. An jene Vertiefungen drängen sich, einer zweiten Schicht angehörig, die gewölbten Endflächen zylindrischer Zellen. Auf sie folgt eine dritte Lage mehr unregelmässig geformter, bald mehr zylindrischer, bald spindelförmiger Elemente, und den Beschluss macht endlich eine vierte unterste Schicht kleinerer polygonaler Zellen [*Linck. Henle* [4])].

Stärkere und oft ungemein ansehnliche Uebereinanderbettungen zeigt das Plattenepithelium auf vielen Schleimhäuten des Körpers; so dem Naseneingang, der Mund- und Rachenhöhle, sowie der Speiseröhre bis zum Magenanfang, auf den Stimmbändern [5]), und endlich der Mukosa der weiblichen Genitalien bis zum Uterus herauf.

Zu einer näheren Untersuchung dieser typischen Formationen verdient die Mundhöhle empfohlen zu werden (Fig. 135). In den tiefsten, dem faserigen Schleimhautgewebe unmittelbar aufsitzenden Epitheliallagen begegnet man Schichten weicher, kleiner Zellen von rundlicher, bisweilen sogar mehr längsovaler Gestalt, welche einen Durchmesser von nur 0,0075—0,0114 mm besitzen, und bläschenförmige Kerne von 0,0056 mm und weniger Grösse enthalten. Alle diese Zellen enthüllen bei starken Vergrösserungen eine sehr eigenthümliche Beschaffenheit (Fig. 136). Die ganze Oberfläche ist über und über mit stachel- und riffartigen Vorsprüngen besetzt (*a*), wodurch benachbarte Zellen mit einander verzahnt sind, »wie zwei mit den Borsten in einander gepresste Bürsten« [*Schultze* [6])]. In den letzten Schichten endlich sind die Epithelialzellen (Fig. 136) ganz dünne, schüppchenartige Gebilde ohne Riffe und Vorsprünge, von ansehnlicher Grösse, 0,0425—0,0750 mm, geworden, und die Kerne erscheinen mehr oval und homogen, 0,0090—0,0114 mm betragend. Der Zellenkörper enthält hier endlich sparsame Körnchen, meistens in der Umgebung des Nukleus bemerklich.

Aber auch in ihrer physikalischen Beschaffenheit hat sich die Zelle hierbei geändert. Statt der Weichheit früherer Tage, statt des ursprünglichen Protoplasma, zeigt sie uns jetzt eine mehr harte, spröde Beschaffenheit; sie ist v e r h o r n t, wie man zu sagen pflegt.

Abgesehen von Verschiedenheiten der Dicke, welche die ganze Schichtung darbietet (am Gaumen nach *Henle* 0,2 mm; am Zahnfleische hinter den Zähnen zwischen den Papillen 0,4 mm), fallen die Epithelialzellen der oben genannten Lokalitäten wenig wechselnd aus.

Die Persistenz des Epithelium, welcher wir bei den einfachsten Pflasterzellen geschlossener Hohlräume gedacht haben, scheint sich in ähnlicher Weise für die Harnwege zu wiederholen, findet dagegen notorisch bei den stark geschichteten Ueberzügen anderer Mukosen nicht statt. Hier liegt ein Gewebe mit rascherem Ersatz vor, indem beständig von den oberflächlichsten Zellen ein Theil mechanisch abgerieben wird, und darum auch einen regelmässigen Bestandtheil eines derartigen Schleimes bildet, während die früheren Zellen zur Oberfläche vorrücken, und in den untersten Schichten ein Zellenbildungsprozess stattfinden muss, um den Verlust der abgestossenen Schüppchen zu decken. Damit fallen denn auch, als Zeugnisse von Zellentheilungen, die mehrkernigen Epithelialzellen zusammen, welche man in den tiefsten Lagen nicht so gar selten beobachten kann [7]). Dass das Verstreichen der Stacheln und Riffe an den alt gewordenen Zellen ihre Trennung vorbereitet, ist sehr wahrscheinlich.

A n m e r k u n g: 1) *Gerlach*, Mikroskopische Studien. Erlangen 1858, S. 61. — 2) Allg. Anat. u. *Koelliker*, Mikrosk. Anat. Bd. 2, 1. Hälfte, S. 488 u. 90. — 3) Ueber das Hornhautepithel vergleiche man *A. Schneider* in der Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. 3, S. 105, *C. Schalygen* im Archiv f. Ophthalmologie, Bd. 12, Abth. 1, S. 83; *J. Cohnheim* (*Virchow*'s Archiv Bd. 38, S. 372, *J. Arnold* (dieselbe Zeitschrift Bd. 46, S. 168, *Wadsworth* und *Eberth* (Bd. 51, S. 361), *F. A. Hoffmann* (S. 373), *W. Krause* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1870, S. 232, *Heiberg* (Mediz. Jahrbücher der Gesellsch. der Aerzte in Wien. 1871, S. 7); *Rollett* in *Stricker*'s Handbuch S. 1130; *C. Lott*, Centralblatt 1871, S. 571. Aus der fremden Literatur bemerken wir noch *J. Cleland*, *Journ. of Anat. and Physiol. by Humphry and Turner. Vol.* 2, *p.* 362, sowie *E. Clason*, *Upsala Läkareförenings förhandlingar* 1868, *p.* 112. — 4) Ueber das Epithel der Harnwege vergl. man *Virchow* im Archiv Bd. 3, S. 243 und Cellularpathologie, 4. Aufl., S. 30; *Koelliker*'s Handbuch, 5. Aufl., S. 511; *Burckhardt* in *Virchow*'s Archiv Bd. 17, S. 94; *Linck* im Archiv von *Reichert* und *Du Bois-Reymond* 1864, S. 137 und *Henle*'s Handbuch der system. Anatomie. Eingeweidelehre. Braunschweig 1864, S. 288. — 5) Ueber das Epithel der Stimmbänder s. *Rheiner* in den

Würzburger Verhandlungen Bd. 3, S. 222. — 6) *M. Schultze* in *Virchow*'s Archiv Bd. 30, S. 260; *Virchow* im Centralblatt für die med. Wiss. 1864, S. 225 und 289, sowie *G. Bizzozero* in den *Annali universali di medicina*, Vol. 190. Milano 1864 sowie *Studi fatti nel laboratorio patologico della università di Pavia* 1870, *Schrön*, welcher dieses Texturverhältniss ebenfalls schon früher sah, hatte es nicht richtig erfasst (*Moleschott*'s Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen Bd. 9, S. 93). Auch *Bizzozero* ist im Irrthum, indem er die Riffe und Leisten als feine Kanäle deuten will. Stachelzellen als Amniosepithel der Katze fanden *Broueff* und *Eberth* (Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. 5, S. 34). Auch in den Mittelschichten des Kornealepithel kommen sie beim Säugethier vor (*Rollett*). — 7) Ueber die Erneuerung des Hornhautepithel lauten die Angaben der Neuzeit verschieden. Man hat — und wie wir glauben mit Recht — die Lage der senkrecht verlängerten Zellen als Vermehrungsschicht angenommen. *Krause* läugnet dieses und findet letztere in den mittleren Zellenstraten. *Arnold* suchte sogar von einem Blastem aus diese Neubildung zu begründen.

§ 89.

Eine Modifikation der bisher erörterten Plattenepithelien stellen die pigmentirten pflasterartigen Zellen des Augapfels, die sogenannten polyedrischen Pigmentzellen der Uvea[1]) dar. Es sind theils ungeschichtete, theils schwächer geschichtete Epithelialzellen von nur mässiger Abflachung, welche in jedem Auge mit einer zierlichen Mosaik vorkommen und in der Regel einen besonderen Inhalt von zahlreichen Elementarkörnchen des früher besprochenen schwarzen Farbestoffs oder Melanin (S. 54) zeigen.

Man trifft diese Zellen als kontinuirlichen, aber einfachen Ursprung auf der Innenfläche der Chorioidea, um ungefähr in der Gegend der *Ora serrata* der Netzhaut eine plötzliche Schichtung anzunehmen, und dabei kleiner zu werden. In letzterer Weise sind die Ziliarfortsätze von ihnen bedeckt; ebenso beim Menschen die hintere Fläche der Iris bis zum Pupillarrande.

Die Körnchen des schwarzen Pigments zeigen bald eine mehr längliche wahrscheinlich krystallinische, bald mehr rundliche Form, und pflegen bei demselben Geschöpfe im Allgemeinen um so dunkler zu erscheinen, je kleiner sie sind. Im Uebrigen ist das Kolorit dieser Melaninmoleküle bei verschiedenen Säugethieren keineswegs genau das gleiche. Während es beim Menschen, wo die Körnchen klein sind, schwarzbraun erscheint, wird es bei manchen unserer Säugethiere, wie beim Kalbe und Schweine, kohlschwarz getroffen. Die Grösse der Pigmentmoleküle bleibt stets beträchtlich unter 0,0023^{mm}. Entsprechend ihrer Kleinheit zeigen die freigewordenen Körnchen lebhafte Molekularbewegung im Wasser, ein Phänomen, welches aber auch in der durch eingedrungene Flüssigkeit stark gequollenen Substanz unversehrter Zellen schon zu bemerken ist.

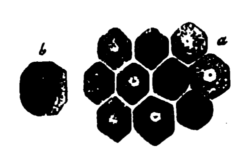


Fig. 138. Sogenannte polyedrische Pigmentzellen von der Chorioidea des Schafs; *a* Mosaik der sechseckigen Zellen; bei *b* eine grössere achteckige.

Das pigmentirte Epithelium selbst (Fig. 138) erscheint auf der Chorioidea als eine einfache Lage dicht gedrängt stehender, schöner polyedrischer Zellen von meist sechseckiger Form, die bisweilen in grösster Regelmässigkeit über ganze Gruppen uns entgegentritt (*a*). Doch können auch mehr unbestimmt eckige vorkommen, und einzelne ungewöhnlich grosse Zellen zeigen sich häufig achteckig (*b*). Der Durchmesser beträgt für die Mehrzahl 0,0014—0,0204^{mm}, die Dicke der Zelle 0,0090^{mm}.

Die Menge der Moleküle des Melanin ist in dem wasserhellen, dickflüssigen und zähen Zelleninhalte keineswegs überall die gleiche. Man begegnet Zellen — und sie sind für die Erforschung der Struktur die geeignetsten — wo die Masse der schwarzen Elementarkörnchen nur gering ausfällt, so dass der Kern und die allerdings stets sehr feine und zarte Membran leicht zu erkennen sind. An solchen Exemplaren zeigt sich der Nukleus, 0,0056—0,0075^{mm} gross, rund oder mehr oval, stets glattrandig, sowie mit einem oder mehreren Kernkörperchen versehen.

Viel häufiger ist aber die Menge der Moleküle in der Pigmentzelle eine weit beträchtlichere, so dass der Kern nur als heller Fleck durchschimmert. Bleiben die Körnchen hier bei noch von der Oberfläche des Zellenkörpers etwas entfernter, so erscheinen bei erster Betrachtung derartige Zellengruppen wie durch schmale Zwischenräume einer glashellen Interzellularsubstanz getrennt. Endlich begegnet man Zellen mit einem solchen Reichthume der Pigmentmoleküle, dass von den letztern der Kern ganz verdeckt wird.

Die Seitenansicht der Pigmentzellen, wie sie uns einmal die geringe Abflachung des betreffenden Gebildes lehrt, zeigt ausserdem die Eigenthümlichkeit, dass nur in der einen Hälfte — und zwar der nach der Retina hin gerichteten — die Melaninkörnchen eingebettet sind, während in der anderen die körnerfreie, glashelle Zellenmasse erscheint. In letzterer oder an der Grenze des hellen und dunklen Theiles liegt der Nukleus (Fig. 139 *b*).

Fig. 139. Zellen der Chorioidea des Kalbes. *a* Eine Zelle mit 2 Kernen; *b* Seitenansicht mässig mit Pigment erfüllter gewöhnlicher Zellen; *c* solche, welche nur sehr sparsame Pigmentkörner führen, aus der Nähe der Tapete.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass man Zellen mit zwei Kernen auch hier begegnet, aber nur als seltenen und sparsamen Vorkommnissen.

An der Grenze der Chorioidea gegen die *Processus ciliares* sind die geschichteten Zellen kleiner und weniger schön polyedrisch, aber viel reicher an Pigment geworden, so dass der Kern erst beim Zerquetschen des Zellenkörpers sichtbar zu werden pflegt. Ganz ebenso verhalten sich die Ueberzüge der hinteren Irisfläche.

Bei denjenigen Säugethieren, wo die Chorioidea ein Tapetum bildet, erfahren die Epithelialzellen desselben eine interessante Modifikation, indem sie hier die Pigmentmoleküle des Inhalts einbüssen. An der Grenze finden sich Uebergangsformen mit sehr spärlichen Melaninkörnchen (Fig. 138. *c. d*); doch kommen vereinzelte schwarze Zellen auch auf der Tapete mitten unter den farblosen vor. Bei Albinos, wo das Pigment im Augapfel völlig fehlt, sind die uns beschäftigenden Zellen sämmtlich blass, ein gewöhnliches, sehr zierliches Plattenepithelium darstellend. Jedes weisse Kaninchen kann uns diese interessante Struktur versinnlichen.

Die stärker geschichteten Schleimhautepithelien zeigen beim Menschen keine pigmentirten Zellen. Solche können aber bei Säugethieren auftreten; so z. B. auf der Konjunktiva des Pferdes (*Bruch*).

Anmerkung: 1) Ueber diese Zellenlage, welche jedoch wie die Entwicklungsgeschichte gelehrt hat, nicht der *Uvea*, sondern der *Retina* angehört, vergl. man *Bruch*, Untersuchungen zur Kenntniss des körnigen Pigments der Wirbelthiere. Zürich 1844; *H. Müller* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 3, S. 97; *Rosow* im Archiv für Ophthalmologie Bd. 9, Abth. 3, S. 63. Zur Entstehung jenes Epithel verweisen wir auf *Koelliker's* Entwicklungsgeschichte S. 288, *Babuchin* in der Würzb. naturw. Zeitschrift Bd. 4, S. 81 und *M. Schultze* in s. Archiv Bd. 3, S. 371.

§ 90.

Die stärksten Schichtungen, allerdings mit gewissen Modifikationen der Zellen, zeigt das Plattenepithelium auf der äusseren Haut.

Die Oberfläche der Lederhaut (Fig. 140), welche dem unbewaffneten Auge glatt erscheint, führt eine Menge kleiner Vorsprünge, die sogenannten Tast- und Gefühlswärzchen, *Papillae tactus* (*a. a. a.*). Diese mit den zwischen ihnen befindlichen Vertiefungen werden überzogen von sehr zahlreichen übereinander liegenden Zellenlagen (*b, c, d*). Letztere müssen natürlich, indem die Aussenfläche der ganzen Schichtung mehr eben ausfällt, in den Zwischenräumen zweier Gefühlswärzchen eine weit ansehnlichere Mächtigkeit besitzen als auf der Spitze der Papillen.

Aber abgesehen von dieser durch die Vorsprünge der Lederhaut herbeigeführten Ungleichheit, bietet die Dicke der ganzen Zellenbekleidung nach den einzelnen Lokalitäten des Körpers beträchtliche Differenzen dar, indem sie von 0,04 bis zu 3mm und mehr schwanken kann [1], wobei namentlich die oberflächlichen Lagen abgeplatteter Zellen dem grössten Wechsel unterworfen sind, weniger die tieferen, kleineren und rundlicheren Zellen (*C. Krause*). Der ungleiche Druck, welchen die einzelnen Hautstellen erfahren, die verschiedene Lebensart und der dadurch bedingte ungleiche Gebrauch des Körpers, so besonders der Hände und Füsse, erklären hier wenigstens Manches. Doch ist es eine alte Beobachtung, dass schon beim Fötus die Oberhaut der Fusssohlen stärker als die der übrigen Körperstellen getroffen wird.



Fig. 140. Schenkelhaut des Negers. Bei a die Gefühlswärzchen der Kutis; darüber die Epidermoidalzellenschichten; bei d ältere Lagen, bei c und b jüngere.

Man kann bei Mensch und Säugethier an der Epidermis zwei Schichtungsgruppen unterscheiden, die tiefere und die oberflächlichere, welche bald mehr allmählich, bald mit ziemlich scharfer Grenzlinie ineinander übergehen. Die letztere (*d*) pflegt man die Epidermis im engeren Sinne des Wortes zu nennen, während die erstere den Namen des Malpighi'schen Schleimnetzes trägt (*b. c.*). Durch einen gewissen Grad der Mazeration können beide von einander getrennt werden. Indem gerade die untere Schichtung die Zwischenräume zwischen den Gefühlswärzchen ausfüllt, muss sie natürlich hier eine ganz andere Mächtigkeit besitzen, als auf den Spitzen der Papillen. So entsteht für sie ein sieb- oder netzartiges Ansehen, welches die älteren Anatomen zu dem Namen führte.

In den tiefsten Lagen begegnet man nicht freien Kernen [2], sondern kleinen, 0,0075—0,0090mm messenden Zellen von rundlichem oder auch längsovalem Ansehen (und dann etwas stärkerem Durchmesser bis 0,0114mm), von sehr zarten und schwierig zu erkennenden Begrenzungen umgeben und mit mehr granulirten, oft leicht gelblich gefärbten Kernen, deren Ausmaass 0,0045—0,0075mm beträgt und deren Form eine mehr rundliche oder auch eine längsovale ist [3]. So folgt eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Zellenlagen übereinander, wobei jedoch allmählich die Zellen grösser, von 0,0181—0,0280mm werden, eine polyedrische Abplattung sich bemerklich macht, und die gleichfalls an Ausdehnung zunehmenden, aber mehr linsenartig erscheinenden Kerne blasser sich zeigen. Alle diese Lagen des Rete *Malpighii* stellen dieselben Stachel- und Riffzellen dar, wie wir sie schon für die stark geschichteten Schleimhautepithelien geschildert haben (Fig. 141. *a*). Zwischen diesen jüngeren Epithelelementen begegnet man noch aus den Blutgefässen ausgewanderten Lymphoidzellen (§ 81), bald häufiger, bald sehr selten. Sie zeichnen sich durch glänzendere Begrenzung, verzerrte Umrisse und beträchtlichere Kleinheit aus. Auch im geschichteten Plattenepithel der Mukosen kann man sie antreffen.



Fig. 141. Sogenannte Stachel- oder Riffzellen a aus den untern Schichten der Epidermis des Menschen; b eine Zelle aus einer Papillargeschwulst der menschlichen Zunge.

Endlich treten die glattrandigen Zellen der äussersten Lagen, der Epidermis im engeren Sinne des Wortes oder der sogenannten Hornschicht auf, mit einer Grösse von 0,0285—0,0450mm. Von unten nach oben [4])

werden sie zu immer mehr abgeflachten platten Schüppchen, gebildet aus fester glasheller Substanz, ohne eine unmittelbar zu erkennende Zellenmembran (Fig. 142) [5]. Erinnern sie so an die obersten Zellen geschichteter Schleimhautepithelien, so unterscheiden sie sich von diesen durch den Mangel der Kerne.

Jedoch dieser Kernmangel ist unwesentlich, da bei jüngeren Embryonen alle, auch die äussersten Epithelialschüppchen kernhaltig sind; ebenso beim Erwachsenen an Lokalitäten, wo die Haut eine mehr weiche, schleimhautartige Beschaffenheit behält.

Indem die Schichten der Epidermis übereinander liegend ein mattes, weissliches oder auch leicht bräunlich tingirtes Ansehen darbieten, müssen sie die Farbe der darunter befindlichen und bei ihrem ansehnlichen Blutreichthum hochroth erscheinenden Lederhaut dämpfen, und zwar in einem ihrer Mächtigkeit proportionalen Grade.

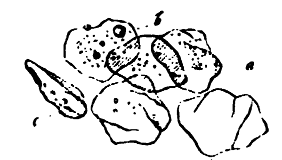


Fig. 142. Kernlose Zellen der Epidermis vom Menschen; *a* von oben gesehen; bei *b* eine Zelle mit aufliegenden Fetttröpfchen; bei *c* eine solche in halber Seitenansicht.

Dieses lehrt dann auch die Erfahrung leicht. Gerade an denjenigen Lokalitäten, wo das Kolorit der Haut am rothesten ausfällt, den Lippen und Wangen, ist die Epidermis sehr dünn. Umgekehrt erreicht sie in der Fusssohle und bei vielen Menschen auch in der Hohlhand eine bedeutende Mächtigkeit, verbunden mit einer fortgehenden Abnahme der fleischröthlichen Farbe, bis zuletzt an sehr verdickten Stellen die Färbung der Epidermoidallagen allein übrig bleibt. Jede Schwiele kann hierzu einen Beleg liefern.

Bekanntlich zeigt die Haut des Europäers einzelne Stellen mit einem mehr bräunlichen Kolorit, was bei blonden Menschen lichter, bei brünetten dunkler ausfällt. Hierher zählen Brustwarzen, Warzenhof, Skrotum, grosse Schamlippen und die Afterumgebung, sowie als mehr individuelle Vorkommnisse, Sommersprossen und Muttermäler. Dasjenige, was bei der weissen Menschenrasse an der Körperoberfläche nur vereinzelt der Fall ist, erscheint dann in grösster Verbreitung bei den allerdings sehr verschiedenartigen dunkleren Hautfärbungen der übrigen Varietäten unseres Geschlechtes bis zum tiefen Schwarz mancher Negerstämme.

Soweit dieser Gegenstand bisher untersucht werden konnte, scheinen diese dunkleren Kolorite (an welchen das Fasergewebe der Kutis niemals Antheil nimmt) durch dreierlei Momente bedingt zu sein, die sich besonders bei tiefer dunkler Hautfarbe mit einander verbinden, nämlich durch eine Färbung des Kerns mittelst eines meist diffusen Pigments, durch eine ähnliche, aber viel schwächere Farbe des ganzen Zelleninhalts und endlich durch Ablagerung eines körnigen Pigments in den Zellenkörper. Es sind besonders die tieferen Schichten der Oberhaut (Fig. 140. *b. c.*), welche sich an derartigem Kolorit betheiligen [6].

Gleich den Schleimhautepithelien erleidet auch die Epidermis eine beträchtliche Abschilferung durch Reiben, Waschen, den Druck der Kleider u. a. mehr, so dass ihr eine nicht geringe Vergänglichkeit zukommt.

Anmerkung: 1) Messungen über die Dicke der Oberhaut finden sich bei *C. Krause* (Artikel: »Haut« im Handw. d. Physiol. Bd. 2, S. 116) und *Koelliker* (Mikrosk. Anat. Bd. 2, 1. Hälfte, S. 54); man vergl. ferner *Henle* in seiner Eingeweidelehre, S. 3. und für die Epidermis der Säugethiere die *Leydig*'sche Arbeit in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1859, S. 677. Eine neuere Arbeit über verhornte Epidermis und Kutikularbildungen brachte *F. E. Schulze* (Archiv für mikrosk. Anat. Bd. 5, S. 295). In *Stricker*'s Handbuch hat *A. von Biesiadecki* den Gegenstand (S. 558) bearbeitet. — 2) Ihre Gegenwart ist noch in neuerer Zeit von *Henle* behauptet worden. Man vergl. dagegen *Schneider* a. a. O. S. 108. — 3) Nach *Biesiadecki* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 56, Abth. 2, S. 225) beginnt die Umwandlung der jüngeren Zellen zu Epidermisschüppchen mit einem Schrumpfen des Kerns. Zwischen den Elementen des Rete Malpighii kommen nach diesem Forscher auch noch kontraktile wandernde Zellen vor, welche aus dem Bindegewebe der Lederhaut abstammen. — 4) Zu ganz eigenthümlichen und offenbar unrichtigen Anschauungen ist *O. Schrön* gelangt (*Contribuzione alla anatomia, fisiologia e patologia della cute umana*.

Torino e Firenze. 1865). Nach ihm sollen die Epidermoidalschüppchen von den Schweiss- und möglicherweise auch den Talgdrüsen geliefert worden sein. — 5) Ueber verhornte Epidermis und sogenannte Kutikularbildungen der Wirbelthiere vergl. man den interessanten Aufsatz von *F. E. Schulze* (Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 5, S. 295) — 6) Sind diese Hautfärbungen weniger dunkel, so sieht man meistens nur in den tiefsten jüngsten Zellenlagen die Kerne bräunlich gefärbt. Steigt die Hautfarbe, so werden die Kerne dunkler bis zum Kastanienbraunen und Braunschwarzen. Aber auch die Inhaltsmassen der Zellen sind jetzt nicht mehr farblos, sondern schwach ins Bräunliche tingirt. Endlich kommen in den unteren Oberhautlagen aber auch Zellen vor mit einem körnigen Farbestoffe, welcher von den Nüancen des Gelblichen bis zum Braunen, ja dem Schwarz des Melanin sich steigert. Wir gewinnen somit auch für den Menschen melaninhaltige Epidermoidalzellen.

§ 91.

Eine zweite Form unseres Gewebes wird hergestellt durch das sogenannte Zylinderepithelium [1], welches im menschlichen Körper auf Schleimhäuten vorkommt. Es ist das Epithel der Verdauungsorgane, deren Innenfläche es von der Kardia an in ununterbrochenem Zuge bis zum After auskleidet, wo es mit scharfer Absetzung gegen die Epidermis endigt; weiter kommt es auf den Ausführungsgängen der ansehnlichen, in das Darmrohr einmündenden Drüsen vor, so dem Pankreas und den Lebergängen mit der Gallenblase. Ferner tragen die ausführenden Kanäle von Milch- und Thränendrüse, sowie einzelne Theile des Geschlechtssystems die gleiche Zellenbekleidung. Ein modifizirtes Zylinderepithel kommt dann einzelnen Stellen der Sinnesorgane, z. B. der Regio olfactoria der Nase und den breiten Papillen der Froschzunge, zu; seiner wird später Erwähnung geschehen müssen.

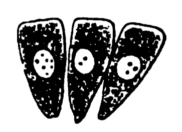


Fig. 143. Zylinderepithelien aus dem Dickdarm des Kaninchens in der Seitenansicht.

Die Zylinderepithelien (Fig. 143) bilden eine ungeschichtete Lage hoher, schmaler, senkrecht aufgerichteter Zellen, welche entweder in ihrer ganzen Länge den gleichen Quermesser besitzen, oder an ihrem freien Ende die grösste Breite erlangen, während sie nach abwärts sich mehr oder weniger zuspitzen oder abflachen. Ungefähr in halber Länge liegt bei vielen unserer Zellen der Kern; andere haben ihn tiefer. An den Seitenflächen tritt durch die Berührung benachbarter Zellen auch hier eine polyedrische Akkomodation ein, so dass das Zylinderepithelium, von oben herab betrachtet, eine oftmals höchst zierliche Mosaik, derjenigen eines einfachen Plattenepithelium ähnlich, bildet. Doch sind die Felder kleiner, und die Kerne liegen tiefer als die Ränder der Zellenoberflächen.

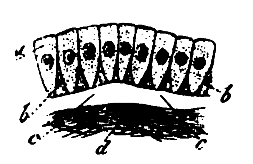


Fig. 144. Zylinderzellen einer Schleimhaut, senkrecht neben einander stehend (schematische Zeichnung). *a* Die Zellen; *b* Zwischensubstanz derselben; *c* glashelle Schicht; *d* das faserige Schleimhautgewebe.

Nach unterwärts entfernen sich die zugespitzten Theile der Zylinderzellen (Fig. 144) zuweilen etwas von einander, so dass hier alsdann in einer gewissen Deutlichkeit die glashelle Interzellularsubstanz zum Vorschein kommt (*b*).

Wo die Zellen nach abwärts breiter bleiben oder stark gekrümmte Flächen überkleiden (Fig. 145), berühren sie sich dagegen in der ganzen Länge (*a*).

Die Kerne der Zylinderepithelien sind rundlich, glattrandig und mit Nukleolis versehen. Der Zellenkörper ist selten vollkommen wasserklar, meistens sehr zart körnig und ganz leicht getrübt. Die Membran ist in der Regel über die Seitenflächen sehr dünn und fein; stellenweise dürfte sie an der freien Zellenbasis fehlen, oder vielmehr durch eine weichere Grenzschicht ersetzt sein [2]; bisweilen aber tritt sie uns hier durch eine festere glashelle, körnerlose Lage der Zelle wie verdickt entgegen (Fig. 143).

Grösse und Form der Zylinderzellen bieten mancherlei Verschiedenheiten dar[3]. Manche erscheinen ziemlich kurz; andere werden sehr lang und zuweilen nach unten in Fortsätze ausgezogen; ein Theil derselben ist breit, so dass der Kern von der Membran in einem nicht unbeträchtlichen Abstande umgeben wird (Fig. 143), während andere viel schmäler bleiben. Hier bedeckt die Hülle den Kern dicht, oder die Zelle erscheint an dieser Stelle aufgetrieben. Endlich kommen Zellen vor, welche übereinander einen doppelten Kern zeigen.

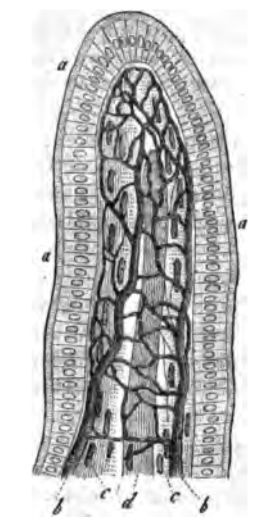


Fig. 145. Eine Darmzotte des Säugethiers, überzogen von ihrem Zylinderepithelium. *a* Das mit verdicktem Saume versehene Zylinderepithelium; *b* das Kapillarnetz; *c* Längslagen glatter Muskelfasern; *d* das in der Ae befindliche Chylusgefäss.

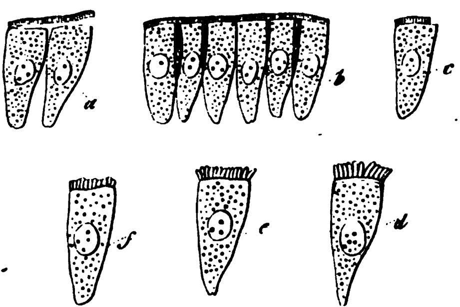
Das Verhältniss von Länge und Quermesser beträgt für den menschlichen Dünndarm an den Zylinderepithelien 0,0182—0,0270^{mm} zu 0,0057—0,0090^{mm} am oberen Ende, während in den Ausführungsgängen von Leber und Pankreas die Zellen zwar eben so lang, aber schmäler ausfallen. Ungewöhnlich schlank beobachtete sie *Henle* im menschlichen Magen.

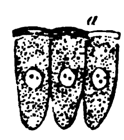
Anmerkung: 1) Ueber das Zylinderepithelium vergl. man *Henle*'s allgem. Anat. S. 238. — 2) Man vergl. *F. E. Schulze* (im Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 3, S. 174, sowie Bd. 5, S. 310). Förmlich »offen«, wie der Verf. in seiner ersten Arbeit annahm, ist die zylindrische Zelle des Magenepithel sicher nicht. Bei thierischen Zellen ist eben zwischen Membran, sowie härteren und weicheren Rindenschichten keine Grenze zu ziehen. Alles geht naturgemäss in einander über. Man vergl. hierzu noch *W. Ebstein* (Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 6, S. 518). — 3) *Eberth* in der Würzb. naturw. Zeitschrift Bd. 5, S. 27.

§ 92.

Eigenthümliche Abweichungen von dem eben geschilderten Verhalten bieten wie schon im allgemeinen Theile (§ 50) bemerkt wurde, die Zylinderzellen namentlich der Dünndärme bei Mensch und Säugethier dar[1]).

Die Dicke des von Porenkanälchen durchzogenen Saumes (Fig. 146 *a*. 147) ergibt beim Kaninchen 0,0017—0,0025^{mm}, und die Zahl der ihn durchlaufenden Linien beträgt ungefähr 10 bis 15.





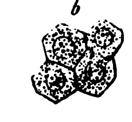


Fig. 146. Zylinderepithelien aus dem Dünndarm des Kaninchens. *a* Seitenansicht der Zellen mit dem verdickten, etwas abgehobenen, von Porenkanälchen durchzogenen Saume; *b* die Ansicht der Zellen von oben, wobei die Mündungen der Porenkanäle als Pünktchen auftreten.

Fig. 147. Dieselben Zellen. Bei *a* der Saum durch Wasser und leichten Druck abgehoben; bei *b* die Ansicht in natürlichem Zustande; bei *c* ein Theil des verdickten Saumes zerstört; bei *def* löst sich durch längere Wassereinwirkung derselbe in einzelne stäbchen- oder prismaähnliche Stücke auf.

Wie schon früher bemerkt wurde, besteht dieses Zellensekret aus einer geronnenen, von der Membran verschiedenen Proteinsubstanz, welche der Wassereinwirkung nur geringen Widerstand leistet, indem sehr frühzeitig glashelle Tropfen aus ihr hervorquellen. Ob auch eine eigentliche Zellenmembran von den Porenkanälchen durchzogen wird, steht dahin. Bezeichnend für die Existenz der Seitenwandung sind durch Wasser kuglig aufgeblähte Zellen.

Indessen nicht allein die Zylinderzellen des Dünndarms, sondern auch der Gallenblase und grossen Gallengänge besitzen die gleiche verdickte, von Porenkanälen durchzogene Aussenfläche [*Virchow*, *Friedreich* [2])]. Auch im Dickdarm und an anderen Lokalitäten wollte man jener Zellenformation begegnet sein [3]).

Melaninhaltende Zylinderzellen finden sich weder beim Menschen, noch beim Säugethiere.

Das Zylinderepithelium scheint im Allgemeinen nur einer sehr mässigen physiologischen Erneuerung zu unterliegen. Frühere Angaben, wonach eine häufiger wiederkehrende und grössere Flächen betreffende Abstossung desselben vorkommen sollte, sind längst als Irrthümer erkannt worden.

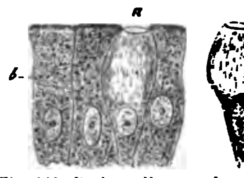


Fig. 148. Becherzellen aus dem Darmzottenepithel des Menschen mit *Müller*'scher Flussigkeit behandelt nach *Schulze*. *a* Becherzellen; *b* Zylinderepithel.

Zwischen den Zylinderzellen, aber auch zwischen Flimmerepithelien und in der weichen schleimigen Epidermis niederer Wirbelthiere, kommen bald regellos, bald mit gewisser Regelmässigkeit eigenthümliche Elemente, die sogenannten »Becherzellen«, (Fig. 148. *a*) vor. Sie haben im Allgemeinen die Form einer bald plumperen, bald schlankeren umgestürzten Flasche oder eines bauchigen Trinkglases, und zeigen uns an ihrer freien Oberfläche die Zellenmembran fehlend, Kern und Protoplasma gegen das hintere zugespitzte Ende zurückgedrängt und die vordere Hälfte eingenommen von einer im frischen Zustand mehr körnigen, an Mazerationsexemplaren glasartigen schleimigen Substanz. Wir betrachten sie als absterbende, in Schleimmetamorphose begriffene Zellen.

Anmerkung: 1) Schon früher wurde der Arbeiten *Funke*'s und *Koelliker*'s gedacht. Man vergl. dazu auch *Welcker* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift, N. Folge, Bd. 8, S. 239; sowie *Brettauer* und *Steinach* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 23, S. 303). Zu diesen früheren Arbeiten ist allmählich eine ganze Anzahl weiterer hinzugekommen: *Heidenhain* in *Moleschott*'s Untersuchungen Bd. 4, S. 255; *Lambl* in der Wiener med. Wochenschrift 1859, No. 24 und 25; *Coloman Balogh* in *Moleschott*'s Untersuchungen Bd. 7, S. 556; *Wiegandt*, Untersuchungen über das Dünndarmepithelium und dessen Verhältnisse zum Schleimhautstroma. Dorpat 1860. Diss.; *Wiehen* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift, 3. Reihe. Bd. 14, S. 203 und *Dönitz* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1864. S. 367. — 2) *Virchow* in s. Archiv Bd. 11, S. 574 und Cellularpathologie. 1. Aufl., S. 28, Fig. 14; *Friedreich* in *Virchow*'s Archiv Bd. 15, S. 535. — 3) Ein sehr ausgedehntes Vorkommen der betreffenden Zellensäume ist von *Wiehen* (a. a. O. behauptet worden. — 4) Die betreffenden »Becherzellen«, welche schon vor längeren Jahren von einzelnen Beobachtern gesehen waren, haben in der letzten Zeit die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gezogen und eine — man möchte sagen — überreiche, pilzartig aufgeschossene Literatur veranlasst. Es ist hier nicht der Ort, in eine Kritik jener Arbeiten näher einzutreten. Sie vertreten dreierlei Anschauungen: 1) Die Becherzellen sind in Schleimmetamorphose begriffene Epithelzellen; 2) die Becherzellen stellen selbstständige, nicht aus den gewöhnlichen Epithelzellen abzuleitende Gebilde her; 3) die Becherzellen existiren nicht im lebenden Körper, sie sind reine Artefakte. Nur *Letzerich* wollte sie ganz eigenthümlich auffassen. Wir kommen darauf später bei Besprechung der Darmzotten zurück. Aus der Literatur heben wir hervor: *Gruby* und *Delafond*, *Comptes rendus Tome* 16, *p.* 1194; *Frerichs* (und *Frey* im Handw. d. Phys. Bd. 3, Abth. 1, S. 854, Anm.; *Koelliker*, Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 169 und in dem Handbuch der Gewebelehre; *Donders*, Physiologie des Menschen Bd. 1, 2. Aufl. S. 208 (und früher in *Ned. Lancet* 1852–53, p. 546); *Henle*, Handbuch d. system. Anat. Bd. 2 (Eingeweidelehre) S. 164; *L. Letzerich* in *Virchow*'s Archiv Bd. 37, S. 232 und Bd 39, S. 435; *F. E. Schulze*, Archiv f. mikr. Anat. Bd. 3, S. 145; *W. Doenitz* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1866, S. 757; *Th. Eimer* in *Virchow*'s Archiv Bd. 38, S. 428, Bd. 40, S. 282, Bd. 42, S. 490, *sowie dessen Diss.* zur Geschichte der Becherzellen. Berlin 1868; *A. Lipsky*, Wiener

Sitzungsberichte Bd. 55, Abth. 1, S. 183; *L. Erdmann*, Beobachtungen über die Resorptionswege in der Schleimhaut des Dünndarms. Dorpat 1867. Diss.; sowie in *Virchow*'s Archiv Bd. 13, S. 540; *Knauff* ebendaselbst Bd. 39, S. 442; *J. Sachs* a. a. O., S. 493; *C. Arnstein* S. 527; *H. Oeffinger* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1867, S. 337; *E. Fries* in *Virchow*'s Archiv Bd. 40, S. 519.

§ 93.

Die letzte Modifikation des Oberhautgewebes wird von den sogenannten Flimmer- oder Wimperepithelien gebildet. Man versteht darunter theils einfache, theils halb geschichtete Ueberzüge von Zellen, welche an ihrer freien Oberfläche eine wechselnde Anzahl schwingender Härchen, der Wimperzilien, tragen. Die entwickelte Zelle erscheint in der Regel in der Form des Zylinderepithelium, seltener in Gestalt einer rundlichen oder sogar mehr abgeflachten Zelle. Die unentwickelten tieferen Zellen angeblich geschichteter Wimperepithelien bleiben stets rundlich und natürlich der charakteristischen Bewimperung entbehrend.

Die zylindrischen Zellen des Flimmerepithelium (Fig. 149) bieten die gleichen Differenzen der Form und denselben Wechsel der Länge dar, wie die einfachen Zylinderepithelien. Der freie Rand der Zelle zeigt häufig eine etwas dunklere Begrenzung, als die Seitenwandungen. Die Zellensubstanz ist bald mehr glashell, bald sehr feinkörnig, immer aber ziemlich blass. Die Zahl der Härchen fällt, wie schon gesagt, verschieden aus und schwankt möglicherweise zwischen 10 bis 30 [1]. Bei den Säugern und dem Menschen scheinen die Zilien etwas abgeplattet und am oberen Ende mit leichter Abstumpfung zu endigen (doch sprechen Andere von einer Zuspitzung). Die Grösse der Härchen unterliegt bei den höchsten Thieren Schwankungen, indem einmal dieselben auf einer und derselben Zelle nicht alle gleich lang sein müssen und dann andererseits an verschiedenen Lokalitäten die Wimperzilien grösser oder kleiner getroffen werden, niemals aber jene riesigen Dimensionen annehmen, welche man bei manchen Gruppen niederer Thiere bemerkt. Die grössten Flimmerhaare nämlich von 0,0226 – 0,0340^{mm}, stehen beim Menschen auf sehr ansehnlichen, 0,0455 – 0,0560^{mm} messenden Zylindern, welche den oberen Theil des Nebenhodenganges bekleiden (*Koelliker*). An anderen Lokalitäten sind die Flimmerhärchen kleiner, so beispielsweise in den *Coni vasculosi* des Testikels, 0,0114^{mm}; noch geringer ist ihre Länge auf den Epithelialzellen des Athemapparates, nämlich 0,0056—0,0038^{mm}. Die Länge der Zellen selbst variirt im menschlichen Körper von 0,0285—0,0570^{mm}. Die Wimperhärchen sind zarter, vergänglicher Natur und deshalb gewöhnlich nach einer Reihe von Stunden nach dem Tode der Zerstörung anheimfallend. Bisweilen erhalten sie sich jedoch ausnahmsweise Tage lang im Leibe warmblütiger Thiere ungemein gut.



Fig. 149. Flimmerzellen des Säugethiers; *a b* einfache Formen; *c* eine schmale, längere Zelle; *d* eine noch mehr verlängerte mit doppeltem Nukleus.

Das Wimperepithelium findet sich an folgenden Stellen des menschlichen Körpers:

Es überzieht die Respirationsschleimhaut, indem es an der Basis der Epiglottis beginnt und mit Ausnahme der unteren Stimmbänder den Kehlkopf bekleidet. Hier ist es schwach geschichtet zu einer Lage von 0,0056—0,0992^{mm} Mächtigkeit. Ebenso überzieht es die Trachea und die Bronchien mit allmählich abnehmender Schichtung, bis zuletzt die feinsten Bronchialäste nur eine einzige Zellenlage kleiner, 0,0135^{mm} hoher Flimmerzylinder tragen (*Koelliker*).

Auch das Geruchsorgan führt, ungefähr von der Stelle an, wo die knorplige Nase endigt, ein geschichtetes Flimmerepithelium von 0,0451 – 0,0992^{mm} Dicke. Nur die *Regio olfactoria* im engeren Sinne des Wortes macht mit ihrem Epithelium

eine bei diesem Sinneswerkzeuge näher zu erörternde Ausnahme. Im Uebrigen tragen nicht allein die Haupthöhlen, sondern auch alle Nebenhöhlen des eben genannten Sinnesorgans die Flimmerzellen.

Ferner trifft man vom freien Rande der Fimbrien an bis etwa zur Mitte des Mutterhalses die weibliche Genitalschleimhaut mit einfachen Flimmerepithelien bedeckt.

Dann sind beim Manne die *Vascula efferentia*, die *Coni vasculosi* und der Gang des Nebenhodens bis etwa zu seiner Mitte herab mit Flimmerepithelium bekleidet, welches nach abwärts immer längere Zellen und grössere Wimperhaare zeigt [*Becker*, *Koelliker* [2]].

Die Höhlensysteme des Gehirns und Rückenmarks führen noch beim Neugeborenen, wie es scheint, überall einen Ueberzug flimmernder Zellen. Dieser erhält sich beim Erwachsenen nur stellenweise. So bleibt er im Zentralkanal des Rückenmarks, im hinteren Ende der Rautengrube, im *Aquaeductus Sylvii* und im Seitenventrikel. — Die übrigen Lokalitäten tragen beim erwachsenen Menschen ein einfaches Plattenepithel mehr rundlicher Zellen. Die *Plexus chorioidei* und die *Telae chorioideae* haben jene modifizirten rundlichen Plattenepithelien, welche schon ein früherer § (88) behandelt hat. Letztere tragen übrigens bei Embryonen Flimmerzilien [3]).

Schliesslich findet sich in der *Eustachi*'schen Röhre, ebenso der Paukenhöhle noch in einfacher oder mehrschichtiger Anordnung ein plattenartiges, mit Wimperhaaren besetztes Epithelium, was aber am Trommelfelle durch ein mehrschichtiges Plattenepithelium ersetzt wird.

Pigmentirte Wimperzellen kennt man nicht. Das Flimmerepithelium scheint eine beschränkte physiologische Erneuerung zu besitzen. Becherzellen kommen auch hier manchfach vor (*Schulze*).

Anmerkung: 1) Man vergl. *Valentin*'s Artikel: »Flimmerbewegung« im Handw. der Physiol. Bd. 1, S. 484. In den letzten Jahren hat man an Flimmerzellen von Mollusken eine Verlängerung und Fortsetzung der Wimperhärchen in das Innere des Zellenkörpers beobachtet. Vergl. *Eberth* in *Virchow*'s Archiv Bd. 35, S. 477; *Marchi* im Archiv f. mikr. Anat. Bd. 2, S. 467; *Stuart* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 29, S. 288. — 2) *Becker* in der Wiener mediz. Wochenschrift 1856, No. 12; *Koelliker*, Gewebelehre, 4. Aufl., S. 543. — 3) Man vergl. *Luschka*, die Adergeflechte des menschlichen Hirns. Berlin 1855, S. 129 und Würzburger Verhandlungen Bd. 5, S. 11; *Leydig*'s Lehrbuch S. 178; *Häckel* in *Virchow*'s Archiv Bd. 16, S. 255; *Koelliker* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 9, S. LV.

§ 94.

Eine den Anforderungen der heutigen Gewebelehre entsprechende chemische Untersuchung der Epithelien würde Interzellularmasse und Zellen, sowie die Mischung von Kern, Körpermasse und etwaiger Hülle jener Gebilde zu erforschen haben. Ebenso würde es ihr zukommen, zu zeigen, welche Veränderungen der chemischen Beschaffenheit im geschichteten Epithelialgewebe die jungen Zellen bei ihrem Altern und ihrer Umwandlung zu den schüppchenförmigen Gebilden der Oberfläche durchgehen.

Diese theoretischen Anforderungen können aber nicht erfüllt werden, da uns keine Hülfsmittel zur Isolirung der einzelnen Theile des Epithelialgewebes zu Gebote stehen, so dass nur Alles zusammen in Form eines Gemenges sich der Analyse darbietet. Trotz dieser Unvollkommenheit ist jedoch so viel sicher, dass die Oberhaut ein Gewebe darstellt, welches in seinen einfacheren Formen und seinen jüngeren Lagen einen oft aus Protoplasma gebildeten Zellenkörper zeigt, während bei den massenhafteren Epithelien die obersten Zellenschichten eine chemische Umwandlung erheblicherer Art erleiden, wobei sie zu einer harten, trocknen, resistenteren Masse werden, d. h. in sogenannten Hornstoff oder Keratin (§ 11) übergehen, oder, wie man sich auszudrücken pflegt, verhornen [1]).

Manche ungeschichtete Plattenepithelien, die Zylinder- und Flimmerzellen, zeigen uns die gewöhnlichen Charaktere der aus dem so veränderlichen Protoplasma gebildeten Elemente, so dass schon die Einwirkung des Wassers Umänderungen der Zelle, Aufblähungen, Austreten kugliger Tropfen und Platzen der Hülle herbeiführt. Andererseits widerstehen andere einfache Plattenepithelien dem Wasser in der Kälte und Wärme, um erst den Einwirkungen der Säuren und Alkalien bald früher, bald später zu unterliegen. Jene Substanz ist verändert (obgleich um den Kern herum sich noch ein Protoplasmarest erhalten haben mag). Der Kern der ungeschichteten Epithelien pflegt der Essigsäure nachhaltigen Widerstand zu leisten.

Mit dem eben angeführten Verhalten stimmen die tieferen oder jüngeren Zellenlagen geschichteter Plattenepithelien überein, während die oberflächlicheren, bald kernführenden, bald kernlosen Schüppchen die Reaktionen des Keratin erkennen lassen.

Dieses stellt natürlich ein Substanzgemenge dar, indem es die nach Behandlung mit Wasser, Alkohol und Aether zurückgebliebene Masse von Kern, Inhalt und Hülle der Zellen, sowie die spärliche Zwischensubstanz der letzteren bildet.

Jenes Gemenge nun ist ganz unlöslich in kaltem wie in siedendem Wasser und, wenn nicht mit bindegewebigen Theilen verunreinigt, beim Kochen auch keinen Leim ergebend. Es wird von Essigsäure nicht angegriffen und leistet selbst der Schwefelsäure, in welcher es aufquillt, einen gewissen Widerstand. Mit Chlorwasserstoff- und Salpetersäure ergibt es die Reaktionen der Proteingruppe.

Von grösster Wichtigkeit ist aber das Verhalten gegen Alkalien. Mit ihnen bildet das Keratin unter Aufquellen des Gewebes eine Verbindung, die sich bei nachherigem Wasserzusatz in diesem löst[2]). Beim Zusatz von Essigsäure lässt dies so gelöste Keratin schwefelhaltige Zersetzungsprodukte der Eiweissgruppe fallen.

Das der Lösung vorhergehende Aufquellen des Gewebes, wie es in der Kälte oder Wärme auftritt, ist für den Anatomen von Interesse (Fig. 150). Man behandelt die Oberhaut entweder mit einer sehr starken Lauge, um dann bei nachherigem Wasserzusatz die Quellungserscheinungen zu erhalten, oder man wendet von vornherein verdünnte Lauge an. Hierbei blähen sich die alten Zellen kuglig auf (1. *b*—*f*. 2. *b*. *c*), verlieren ihre platte Beschaffenheit, und gewinnen wiederum auf das Schönste den Zellencharakter, indem die Inhaltsmasse in der eindringenden Flüssigkeit sich zu lösen beginnt und jetzt die Hülle scharf hervortritt. Die Schichtungen der Epitheliallagen kommen hierbei vortrefflich zu Tage, so dass schon in dieser Hinsicht die Alkalien für den Mikroskopiker von grösstem Werthe sind. Später wird der Kern (1. *b*—*d*) angegriffen, dann die Zwischensubstanz. Zuletzt erst wird die Hülle aufgelöst; doch nur bei nicht ganz verhornten Zellen, während ganz alte Schüppchen eine Membran be-

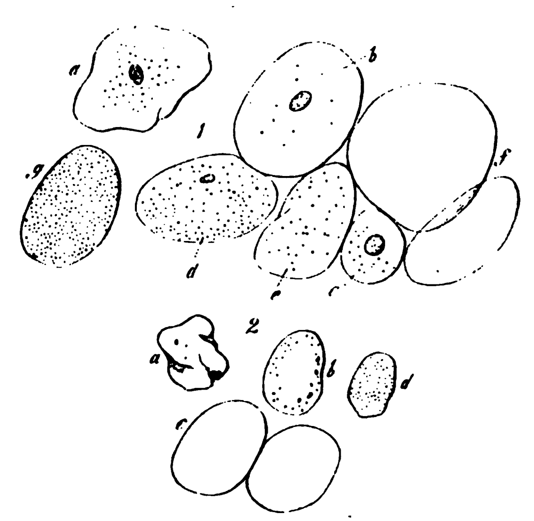


Fig. 150. 1 Epithelialzellen. Bei *a* eine unveränderte flache Zelle aus der Mundhöhle; bei *b*—*f* dieselbe Zellenart nach Behandlung mit kaustischem Natron, theils noch mit Kernen (*b*, *c*, *d*), theils schon kernlos; bei *g* nach Natroneinwirkung mit Essigsäurezusatz. 2. Epidermoidalzellen. *a* Unverändert; *b* bei Beginn der Natroneinwirkung; bei *c* die längere Einwirkung des Reagens; bei *d* unter Zusatz von Essigsäure.

sitzen, die in ihrer grossen Widerstandsfähigkeit gegen Alkalien an die Substanz des elastischen Gewebes erinnert. Der Zusatz von Essigsäure ruft in den aufgeblähten Zellen einen feinkörnigen Niederschlag der vorhin erwähnten zersetzten Proteinstoffe hervor (1. *g*. 2. *d*).

Nach dem eben Bemerkten kann die Natur des Keratin als eines Gemenges gewiss keinem Zweifel mehr unterliegen, so dass die vorhandenen Analysen des Stoffes fast werthlos sind. Als Beispiele vermögen prozentische Bestimmungen von *Scherer*[3]) und *Mulder* zu dienen, welche die Epidermis der Fusssohle vom Menschen betreffen.

	(*Scherer*)		(*Mulder*)
C	51,036 .	. 50,752	50,28
H	6,801 .	. 6,761	6,76
N	17,225 .	. 17,225	17,21
O	24,938 .	. 25,262	25,01
S			0,74

Der Schwefelgehalt in der *Mulder*'schen Analyse mit 0,74 % muss auffallend gering erscheinen, während er beim Keratin anderer Gewebe zwischen 2—5 % und mehr gefunden wurde[4]). In welcher Form derselbe in jenem Gemenge enthalten ist, weiss man nicht. Doch ist er nur locker gebunden. Die Aschenmenge erreicht ungefähr 1—1,5 %. Als Salze werden angegeben: Chlornatrium, Chlorkalium, schwefelsaure und phosphorsaure Kalkerde, phosphorsaure Magnesia und phosphorsaures Eisenoxyd; dann enthält die Epidermis noch Kieselerde.

Die pigmentirten Zellen besitzen den Charakter der jedesmaligen Epithelialformation. Die des Auges kommen in ihrer zarten Beschaffenheit mit den ungeschichteten Epithelien überein. Ueber das Melanin, das sie erfüllt, hat man § 36 zu vergleichen. Welche Materie an dunklen Stellen der Haut die Kerne der Epidermoidalzellen färbt, weiss man noch nicht.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Schlossberger*'s Gewebechemie, S. 265 sowie die Lehrbücher der physiologischen Chemie von *Mulder*, S. 543, *Lehmann*, 2. Aufl., S. 308 und *Gorup*, S. 598: ferner *Donders* in den holländischen Beiträgen Heft 1 und 2, und *Koelliker*, Mikrosk. Anat. Bd. 2, 1. Hälfte, S. 58. — 2) Begreiflicherweise erhält man dieses Resultat unmittelbar, wenn man sich von Anfang an verdünnter Lösungen von Kali und Natron bedient. — 3) Annalen Bd. 40, S. 54. — 4) *von Bibra* in derselben Zeitschrift Bd. 96, S. 291.

§ 95.

Die Epithelien stehen mit den Drüsenzellen in einer nahen genetischen Beziehung. Wie man durch *Remak* namentlich weiss, verdanken beiderlei Gewebe jenen beiden zusammenhängenden Zellenschichten ihren Ursprung, welche die Aussenflächen des embryonalen Leibes überkleiden. Ebenso existirt zwischen Oberhaut und Drüsenzellen im reifen Körper vielfach ein allmählicher Uebergang, indem manche Drüsen namentlich von Zellen bekleidet werden, die von Epithelien kaum zu trennen sind. Andererseits tritt uns in der Bildung des Schleimes eine Seite des Epitheliallebens entgegen, welche mit dem Geschick gewisser Drüsenzellen manches Verwandte theilt, so dass man die oben (§ 92) erwähnten Becherzellen auch wohl einzellige Drüsen nennen darf. Endlich könnte man noch in der Neigung, formlose Substanz nach Aussen abzuscheiden, die als verdickter Zellenraum, als *basement membrane* und *membrana propria* erstarrte, eine neue gemeinsame Seite der Drüsen- und Oberhautzellen erblicken, wenn nur die Genesis jener Gebilde sicherer feststünde, als es zur Zeit eben der Fall ist.

Wenn es sich um die Frage handelt: was sollen die Epithelien im Körper und warum sind alle Flächen mit derartigen zusammenhängenden Zellenüberzügen bekleidet? so müssen wir hier unsere Verlegenheit bekennen, bestimmte Thätigkeiten derselben sicher darzulegen.

Sucht man nach einer physiologischen Bedeutung unseres Gewebes, so beruht diese mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit in der Beziehung zu den Transsudations-, Diffusions- und Resorptionsprozessen des Organismus, so dass man das Epithelium als Regulator dieser Thätigkeiten an der Oberfläche der Theile ansehen darf.

Als ein rein zelliges, nicht von Blutgefässen durchzogenes Gewebe zeigen uns die Epithelien manche Seite des Zellenlebens, wie Vermehrung, Wachsthum, Formumwandlung auf das Schönste. Dass die Gefässe ihrer bindegewebigen Unterlagen die ganze Vegetation unserer Oberhautzellen bedingen, leuchtet ein, obgleich man auch Epithelien auf gefässlosen Häuten, wie der Kornea und Linsenkapsel, antrifft[1]). Ueber die Richtung des Stoffwechsels in unserem Gewebe wissen wir nichts, weder für die gewöhnlichen Epithelien, noch jene modifizirten Formen derselben, wo im Innern die Bildung von Melanin und anderen Pigmenten stattfindet. Dass jener Umsatz der Materie bei geschichtetem Epithelialgewebe nur in den jungen, mit überhaupt weicherer Inhaltsmasse erfüllten Zellen eine gewisse Lebhaftigkeit besitzen werde, leuchtet ein.

Ebenso wahrscheinlich ist es aber auch auf der anderen Seite, dass in den oberflächlichsten, starker Verhornung anheimgefallenen Schüppchen geschichteter Epitheliallagen der Stoffwechsel fast ganz ruhen dürfte, wie auch die Fäulniss hier nur sehr schwierig eintritt.

Dann sind im Dünndarme die Zylinderepithelien einem starken Durchgange von Stoffen und zwar nicht im egoistischen Interesse der eigenen Ernährung unterworfen, indem durch sie die Resorption des Fettes und auch der übrigen Chylusbestandtheile geschieht. Auch hier wird man an manche Drüsenzellen erinnert.

Man hat in neuerer Zeit ebenfalls ein Eindringen feiner Farbekörnchen, welche in die Blut- und Lymphbahn eingebracht waren, ja selbst rother Blutkörperchen, in das Innere der Epithelialzellen kennen gelernt, so in die Becherzellen des Dünndarms und in Wimperzellen[2]).

Auch das Vorkommen von Schleim- und Eiterkörperchen, also kontraktiler Elemente im Innern von zylindrischen und plattenförmigen Epithelien (Fig. 151) glauben wir gegenwärtig so erklären zu müssen (§ 56). Dass ein Eindringen in die offenen Becherzellen sehr leicht stattfinden werde, liegt auf der Hand. Ohnehin findet man dieselben lymphoiden Zellen auch innerhalb der Epithelialschicht, so zwischen den Zylinderzellen des Darmkanals, aus dem Schleimhautbindegewebe in direkter Auswanderung nach dem Darmlumen begriffen[3]).



Fig. 151. Vorkommen von Schleim- und Eiterkörperchen im Innern von Epithelialzellen. *a*—*d* Zylinderzellen der Gallenwege; *e* freie Eiterkörperchen; *f* Flimmerzelle der Respirationsorgane; *g* Plattenzelle aus den Harnwegen.

Die Epithelien müssen als ein in der Regel keiner weiteren Entwicklung fähiges Gewebe bezeichnet werden. Allerdings entstehen aus ihren Uranlagen, den Zellen des Horn- und Darmdrüsenblattes, in dem ersten Aufbau des embryonalen Leibes manche andere Gewebe und zum Theil solche von hoher Dignität, wie wir in folgenden Abschnitten erfahren werden. Nicht so aber im reiferen Körper; seine Epithelialzellen vermögen nur ihres Gleichen, nicht aber andere Elemente, wie beispielsweise eine Fettzelle, ein Bindegewebskörperchen hervorzubringen.

Der Untergang der Epithelialzellen findet einmal durch Auflösung, dann durch mechanische Abstossung statt. Letztere entzieht dem Organismus täglich eine gewisse Menge von (wenn auch umgewandelter) eiweissartiger Substanz.

Anmerkung: 1) Die Frage nach einem Zusammenhang der Epithelialzellen mit Elementen der Bindesubstanz und des Nervengewebes kann erst in folgenden Abschnitten erörtert werden. — 2) *Arnstein* in *Virchow's* Archiv Bd. 39, S. 539; *Eimer* Bd. 40, S. 282; *Eberth* Bd. 43, S. 133; *W. Reitz* in den Wiener Sitzungsberichten. Bd. 57, Abth. 2, S. 8. Von dem Vorkommen von Zinnoberkörnchen (drei Tage nach der Injektion) in den Zylinderepithelien des Dünndarms beim Frosche habe ich mich überzeugt. — 3) Vergl. *Eberth* in der Würzburger naturw. Zeitschr. Bd. 5, S. 30; *Arnstein l. c.*

§ 96.

Durch ihre Substanz werden die untergehenden Epithelien für die Bildung des Schleimes von höchster Wichtigkeit. Die Besprechung des Oberhautgewebes hat sich daher auf beide Flüssigkeiten auszudehnen.

Man versteht unter Schleim eine mehr oder weniger fadenziehende und zähe, meist ziemlich dickflüssige Ueberzugsmasse, welche die Oberflächen aller Schleimhäute in wechselnder Menge bedeckt und diesen Feuchtigkeit sowie Schlüpfrigkeit verleiht, ebenso auch bei ihrer Konsistenz als schützende Decke für chemische Einwirkungen in Betracht kommen und für den Gasaustausch nicht gleichgültig sein dürfte.

Der Schleim ist geruch- und geschmacklos, von verschiedener Reaktion. Er erscheint bald mehr glasartig durchsichtig, bald mehr getrübt, weisslich oder gelblich. Die mikroskopische Untersuchung zeigt in ihm, aber in sehr variabler Anzahl, die abgestossenen Epithelial- und Drüsenzellen der entsprechenden Lokalität, ebenso eine kleine Zelle, das sogenannte Schleimkörperchen, dessen Aussehen, Grösse und Verhalten dasjenige der farblosen Blutkörperchen, sowie der Elemente von Lymphe und Chylus wiederholt, und dessen Herkunft nach unserm gegenwärtigen Wissen eine sehr verschiedene sein kann, indem es nicht blos aus Epithelialzellen, sondern auch von Bindegewebezellen und aus lymphoiden Organen abzustammen vermag. Dazu gesellen sich noch die abgestossenen Zellen der jedesmaligen Drüsenformation. Bei seiner Zähigkeit umschliesst endlich der Schleim sehr gewöhnlich kleine Luftbläschen. — Nach allem diesem kann der Schleim nur eine sehr variable Masse darstellen, nur ein sehr ungleiches Gemenge in anatomischer Hinsicht bilden, zu welchem noch durch die Zumischung verschiedener Drüsensäfte weitere chemische Differenzen hinzukommen, als deren Ausdruck wir auch die manchfachen Fermentwirkungen der einzelnen Schleimarten erhalten.

Die chemische Untersuchung ergibt als festen Bestandtheil einen eigenthümlichen, schon früher (§ 14) behandelten Körper, den sogenannten Schleimstoff oder das Mucin, daneben Extraktivmaterien, Fette und Mineralbestandtheile. Als letztere werden Chlor, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kohlensäure, Kieselerde, Kalk und Natron angegeben. Als Beispiel einer quantitativen Zusammensetzung kann eine Analyse *Nasse's* dienen [1]. Dieser Forscher untersuchte menschlichen, durch Aufräuspern erhaltenen Schleim mit folgendem Resultate:

Wasser	955,52
Fette Bestandtheile	44,48
Schleimstoff (und eine Spur von Eiweiss)	23,75
Extraktivstoffe	9,82
Fette	2,89
Mineralbestandtheile	8,02

Unter diesen Mischungsbestandtheilen bedarf nur das Mucin einer weiteren Besprechung. Es kommt in dem Schleime in doppelter Form, in Gestalt einer unlöslichen, im Wasser nur aufgequollenen Substanz, welche auf dem Filter zurücktreibt, und einer löslichen, die filtrirt werden kann, vor. Da die Reaktionen beiderlei Massen im Wesentlichen sich gleich verhalten, so muss der Gedanke nahe liegen, dass das Mucin an sich im reinen Zustande unlöslich sei, und erst

durch Zumischungen, besonders diejenige von Alkali, seine Löslichkeit erhalten dürfte, eine Hypothese, welche durch die Parallele mancher Proteinstoffe eine weitere Stütze zu finden scheint.

Auch die Gelenkschmiere oder Synovia erinnert an den Schleim [*Frerichs*[2]]. Sie erscheint als eine klare, farblose oder gelblich tingirte, klebrige Flüssigkeit von alkalischer Reaktion, in der das Mikroskop die abgestossenen Epithelialzellen der Gelenkkapsel, ebenso lymphoide Zellen zeigt. Sie dient bekanntlich dazu, die das Gelenke bildenden Theile glatt und schlüpfrig zu erhalten.

Die Synovia zeigt uns in schwer verständlicher Weise die Mischungsbestandtheile des Schleimes, zu welchen noch Eiweiss hinzukommt. Als Salze wurden gefunden Kochsalz, basisch phosphorsaure Alkalien, schwefelsaure Alkalien, phosphorsaure Erden und kohlensaurer Kalk.

Als Beispiele prozentischer Zusammensetzung folgen zwei Analysen von *Frerichs*, deren erstere die Synovia des im Stall lebenden Ochsen betrifft, während die zweite von dem zur Weide getriebenen Thiere herrührt.

	I.	II.
Wasser	969,90	948,54
Feste Bestandtheile . . .	30,10	51,46
Schleimstoff mit Epithelium	2,40	5,60
Eiweiss und Extraktivstoffe	15,76	35,12
Fette	0,62	0,76
Salze	11,32	9,98

Hiernach scheint die Bewegung und Reibung der Gelenkflächen gegen einander für die Mischung der Synovia von Wichtigkeit, indem die während der Ruhe wässriger, weniger klebrig und ärmer an Schleimstoff getroffen wird. Ihre Menge ist dabei aber eine weit ansehnlichere. Umgekehrt sinkt bei energischer Muskelbewegung die Masse der Gelenkflüssigkeit bedeutend, und in ihr, welche dicklicher und klebriger erscheint, steigert sich namentlich die Menge des Mucin. Verwandt scheint nach *Virchow*[3]) der Inhalt der Sehnenscheiden und Schleimbeutel auszufallen.

Wenn es sich um die Bildung des Schleims handelt, namentlich um den Ursprung des Mucin, so kann eine ältere Ansicht, welche den Schleim nur als Sekret besonderer drüsiger Organe, der sogenannten Schleimdrüsen, ansehen wollte, nicht mehr gehalten werden, indem die Menge der Flüssigkeit mit der Häufigkeit oder Seltenheit jener Drüsen in keiner Parallele steht, ebenso die von Drüsen freien Synovialkapseln Schleim liefern. Wohl aber werden die Epithelialzellen zu der Entstehung des Mucin in eine Beziehung treten, woneben allerdings auch die aus den Drüsen stammenden Zellen bei Schleimbildung sich betheiligen werden. Der Gedanke nämlich hat viel Wahrscheinliches, dass eine alkalische Flüssigkeit, welche durch die Haargefässe der Mukosen transsudirt ist, die losgetrennten Zellen in der Körperwärme mazerire, und ihre Inhaltsmasse so zum Mucin umwandele [*Simon*[4]), *Frerichs*]. — Ist diese Anschauung richtig, so würde das Mucin vielfach ein physiologisches Umwandlungsprodukt der Epithelialmassen darstellen.

Anmerkung: 1) *Erdmann*'s Journal Bd. 29, S. 59. — 2) Artikel: »Synovia« im Handw. der Physiol. Bd. 3, S. 463. — 3) Würzburger Verhandlungen Bd. 2, S. 281. — 4) Medizinische Chemie. Berlin 1842, Bd. 2, S. 302. — Ausführliches über den ganzen Gegenstand bei *Schlossberger* a. a. O. S. 314. Man vergl. noch *Gorup*'s phys. Chemie S. 425, sowie *Kühne*'s Lehrbuch S. 360 u. 388.

§ 97.

Wie weit den Epithelialzellen in ihren jüngeren und weichen Formen vitale Kontraktilität zukommt, vermögen wir zur Zeit noch nicht anzugeben. Eine höchst

auffallende Bewegung tritt uns dagegen an den härchentragenden Epithelzellen, in der Flimmer- oder Wimperbewegung (*Motus vibratorius*) entgegen. Das Phänomen, schon in den Urzeiten der Mikroskopie bekannt[1], ist in späteren Tagen unendlich viel studirt worden; leider nicht mit genügendem Erfolge. Denn kennen wir auch die grosse Verbreitung desselben durch die Thierwelt, hat sich auch in neuerer Zeit die Wimperbewegung bei niederen pflanzlichen Organismen entdecken lassen, so befinden wir uns über Mechanismus und Zweck derselben noch völlig im Dunkeln. Jede Bestimmung letzterer Art wird durch den Umstand so sehr erschwert, dass das Flimmerphänomen durch die Thierwelt in ganz verschiedener Ausbreitung getroffen wird, so dass Theile, welche in der einen Klasse flimmern, in einer andern Gruppe es nicht mehr thun; dass z. B. bei allen Arthropoden Flimmerepithelium gänzlich fehlt u. a. mehr.

Die Wimperbewegung, das geordnete und gleichzeitige Schwingen aller Härchen, erscheint, an dem Rande einer gefalteten Flimmerhaut gesehen, ungefähr wie ein wallender Saum oder wie das Flackern einer Kerzenflamme; von oben betrachtet erinnert sie manchmal an das Wallen eines vom Winde bewegten Getreidefeldes oder, wenn sie in einer mikroskopischen Röhre stattfindet, an das Strömen eines von der Sonne beschienenen Baches. Doch sind alle diese Vergleiche der Eigenthümlichkeit der Erscheinung gegenüber vielleicht nicht ganz treffend.

Kleinere im Wasser suspendirte Körperchen, wie z. B. Blutzellen und Pigmentkörner, treiben durch die Thätigkeit der Härchen an dem Rande einer flimmernden Membran in bestimmter Richtung vorbei; bei lebhafter Thätigkeit der Zilien und starker Vergrösserung scheinbar mit grösster Geschwindigkeit. In Wahrheit aber ist diese Schnelligkeit natürlich eine viel geringere, immerhin aber nicht ganz unbeträchtliche, indem der Weg eines Zolls in einigen Minuten von einem jener Körperchen zurückgelegt wird. Ein Fetzen einer Wimperlage kann, wenn er nicht allzugross ist, durch die Bewegung der zahlreichen Einzelhärchen langsam von der Stelle getrieben werden; ein kleines Stückchen oder eine einzige abgelöste Zelle sich lebhaft durch das Wasser wälzen, das Bild eines Infusorium in täuschender Art wiederholend.

Indessen im frischen lebenskräftigen Zustande erfolgen die Einzelbewegungen der Zilien so rasch auf einander, dass dieselben nicht gesehen, überhaupt das Phänomen nicht näher erkannt zu werden vermag. Man nimmt an, dass auf den Zeitraum einer Sekunde mehrere Schwingungen kommen.

Zur näheren Untersuchung ist der Moment der passendste, wo bei der im Absterben begriffenen Flimmerzelle die Bewegungen der Flimmerzilien langsamer und träger geworden sind, und das einzelne Härchen in seiner Thätigkeit leichter verfolgt werden kann. Das Arbeiten des Härchens ist nun alsdann keineswegs immer das gleiche, so dass man hiernach vier Variationen der Wimperbewegung aufgestellt hat (*Purkinje* und *Valentin*), nämlich: 1) die hakenförmige: Hierbei macht ein jedes Härchen Bewegungen gleich einem Finger, welcher abwechselnd gebeugt und gestreckt wird. 2) die trichterförmige: Die obere Partie des Haares beschreibt bei ihrem Schwingen einen Kreis, das ganze Haar einen Kegel, dessen Spitze die festgewachsene Basis der Zilie bildet. 3) die schwankende: Hier schwankt das ganze Haar nur mehr pendelartig von einer Seite zur andern, und 4) die wellenförmige: Das Haar verhält sich bei seiner Thätigkeit wie eine mässig geschwungene Peitschenschnur oder wie der Schwanz eines Samenfadens. Von diesen vier Formen der Wimperbewegung scheint die erste bei weitem die häufigste zu sein[2].

Die Flimmerbewegung geschieht unabhängig vom Gefäss- und Nervensysteme. Zerstörung des letzteren, Unterbrechungen des Blustromes lassen sie weiter gehen; ebenso schwingen die Härchen abgetrennter Flimmerzellen, wie schon bemerkt wurde. (Von der Zelle getrennte Zilien arbeiten dagegen nicht mehr und verlieren sich spurlos in dem Wasser.) Sie überdauert den Tod des Thieres, aber mit

merkwürdigen Differenzen; bald nur kurze Zeit, so namentlich bei Vögeln, ebenso auch bei Säugethieren, wo sie etwa bis zum Erkalten der Leiche anhält[3]), während sie bei kaltblütigen Thieren noch Tage lang zu bemerken ist. Temperatursteigerungen erhöhen die Intensität des Wimperspiels, bis endlich bei 44 und 45° C. Wärmestarre eintritt. Kälte wirkt hemmend und zuletzt vernichtend. Agentien, welche nicht chemisch eingreifen, stören das Flimmerphänomen nicht. So erhält es sich gut in Blutserum, Milch, auch noch im Harn. Wasser lässt es anfänglich lebhafter werden, um bei der Zartheit der Zelle ein rascheres Aufhören nachträglich herbeizuführen. Nachtheilig ist der Zusatz der Galle. Säuren, Alkalien, Alkohol u. dergl. heben es für immer auf[4]). Interessant ist die vor einiger Zeit gemachte Entdeckung *Virchow*'s[5]), dass eine in gewöhnlichen Verhältnissen zur Ruhe gekommene Wimperbewegung durch den Zusatz verdünnter Kali- und Natronlösungen wieder zur Aktivität gelangt. Den Einfluss der Gase auf das Wimperphänomen hat kürzlich *Kühne*[6]) untersucht. Dasselbe, gleich den Protoplasmabewegungen, zu welchen es sicher zählt[7]), bedarf des Sauerstoffs; Wasserstoffgas bringt Stillstand herbei, welcher jedoch durch Einleiten von Oxygen sogleich wieder zu beseitigen ist. Ansäuerung auch mittelst Kohlensäure wirkt hemmend, alkalische Dämpfe stellen in diesem Falle die Wimperarbeit wieder her. Der hemmenden Wirkung alkalischer Dämpfe können wir durch saure begegnen.

Man hat die Wimperbewegung für den Transport kleiner Körper physiologisch verwerthen wollen, ihr z. B. die Ausfuhr von Schleim aus Lunge und Nase, des Eies vom Ovarium in den Uterus zugeschrieben, gewiss nur Nebenzwecke des Wimperphänomens, welche durch das Vorkommen von Flimmerüberzügen in vollkommen geschlossenen Säcken nach ihrem wahren Werthe zu taxiren sind. Dass sie bei niederen Thieren die Ortsbewegung des ganzen Körpers, einen Wasserstrom an der Körperoberfläche, ein Rotiren der Speisen im Verdauungskanal bewirken kann und anderes mehr, unterliegt keinem Zweifel.

Anmerkung: 1) Der Entdecker der Wimperbewegung scheint *A. de Heyde* im Jahre 1683 gewesen zu sein. Die holländischen Koryphäen der alten Epoche waren mit der Erscheinung bekannt. Die genaueste Arbeit aus den 30er Jahren, in denen überhaupt die Flimmerbewegung zuerst mit Erfolg studirt wurde, rührt von *Purkinje* und *Valentin* her. Vergl. *De phaenomeno generali et fundamentali motus vibratorii continui in membranis cum externis, tum internis animalium plurimorum et superiorum et inferiorum ordinum obvii comment. phys. Vratislaviae* 1835. Man sehe ferner *Valentin*'s Artikel: »Flimmerbewegung« im Handw. der Physiol. Bd. 1, S. 484, sowie *W. Engelmann* (Jenaische Zeitschrift Bd. 4, S. 321). — 2) Nach *Engelmann*'s manchfach abweichenden Beobachtungen beruht jede Schwingung der Flimmerzilie auf zwei Schwingungshälften von ungleicher Dauer, einer längeren, durch die Kontraktilität des Protoplasma bedingten, und einer kürzeren, auf elastischer Gegenkraft beruhenden. Nach letzterer Richtung treibt der Flüssigkeitsstrom an flimmernden Oberflächen vorbei, und in derselben erstarren im Tode die Härchen. Wir geben ihm hier unbedenklich Recht. — 3) Unter ganz räthselhaften Verhältnissen kann sich ausnahmsweise die Flimmerbewegung beim Säugethiere ein bis zwei Tage nach dem Tode noch erhalten. — 4) Ueber diesen Gegenstand haben *Purkinje* und *Valentin* sehr genaue Untersuchungen angestellt. — 5) *Virchow*'s Archiv Bd. 6, S. 133. Wie *Koelliker* zeigte, kommt den Samenfäden dieselbe Eigenschaft zu. — 6) Archiv für mikr. Anat. Bd. 2, S. 372. Man vergl. auch noch *Engelmann* a. a. O. Die Verwandtschaft zwischen Protoplasma- und Flimmerbewegung behandelt *Roth* in *Virchow*'s Archiv Bd. 37, S. 184, die Wirkung elektrischer Ströme *Kistiakowsky* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 51, Abth. 2, S. 263). — 7) Von grösstem Interesse ist eine Beobachtung *Häckel*'s. Dieser ausgezeichnete Forscher fand (Biologische Studien, S. 147) einen einzelligen Organismus, die Magosphaera, welcher sich innerhalb einer Kapsel durch Zellentheilung, gleich dem Ei vermehrte. Die Zellenabkömmlinge boten amöboide Bewegungen der Fortsätze dar. Letztere gingen nun in Flimmerzilien über. »Die Wimperarbeit ist eine erhöhte Bewegung des Protoplasma«.

§ 98.

Was die Entstehung der Epithelien beim Embryo betrifft, so sind wir zur Gewinnung eines Verständnisses genöthigt, hier eine weitere Ausführung der bereits § 86 kurz erwähnten Verhältnisse zu geben.

Schon dort erfuhren wir, dass nach den Forschungen *Remak's*[1]) die Embryonalanlage aus dreierlei Zellenschichten, sogenannten Blättern oder Keimblättern besteht. Man unterscheidet eine obere als Hornblatt, eine untere als Darmdrüsenblatt und eine intermediäre, das mittlere Keimblatt. Aus ihnen gehen die verschiedenen Gewebe und Organe des Körpers hervor.

Das Hornblatt liefert einmal die äusseren Epithelien und die mit ihnen innig verwandten Nägel und Haare, und die Krystalllinse (ein entschieden epitheliales Organ); ebenso gehen aus demselben die zelligen Theile der verschiedenen Hautdrüsen mit Einschluss der Milch- und Thränendrüse hervor. Der Axentheil des Hornblattes gestaltet sich endlich zum Zentralnervensystem (Gehirn und Rückenmark), sowie zu den Innenpartieen höherer Sinnesorgane. Dass auch die peripherischen Nerven aus jenem Axentheile des Hornblatts in letzter Linie abstammen, ist wenigstens wahrscheinlich. Endlich — man verdankt *His*[2]) den wichtigen Nachweis — gehen aus dem uns beschäftigenden oberen Blatte die zelligen Theile der sogenannten Urniere und der von ihr abzuleitenden bleibenden Niere und Geschlechtsdrüsen hervor. Die Bedeutung des Hornblattes ist also eine sehr grosse, ja physiologisch die höchste im Körper.

Ein grosser Theil des in den früheren §§ besprochenen Epithelium, die Epidermis mit Einschluss jener Zellenlagen, welche die Eingangspforten der grossen Körperkanäle bekleiden, stammt also aus dieser Quelle, und erscheint als geschichtetes Plattenepithel mit verhornter, abgestorbener Oberfläche. Ebenso sind neben Anderm das pigmentirte Plattenepithelium im Augapfel und der epitheliale Ueberzug der Höhlen des Zentralnervensystems vom Hornblatt abzuleiten.

Das zweite jener Blätter, das Darmdrüsenblatt, liefert die Epithelien des Verdauungsapparates, sowie den zelligen Bestandtheil sämmtlicher mit letzterem verbundener Drüsen mit Einschluss von Lunge, Leber und Pankreas. Seine Epithelialformation erscheint vorwiegend in Gestalt der Zylinderzelle, einer nackten oder wimpertragenden.

Wir sind endlich genöthigt noch einen Augenblick dem mittleren Keimblatt zu widmen und nach seinen epithelialen Beiträgen zu sehen. Diese Mittelschichtung der Embryonalanlage liefert das histologische Material zu sehr Vielem. Zunächst gehen aus ihm die sämmtlichen Stützgebilde des Organismus, die ganze grosse Gruppe der Bindesubstanzen hervor; dann die Muskulatur, das Blut und die Lymphe mit dem so komplizirten Kanalsystem, welches beide Flüssigkeiten beherbergt; endlich die sogenannten lymphoiden oder blutbereitenden Drüsen (mit Einschluss der Milz). Auch der häutige und gefässreiche Theil der äusseren Haut, der Schleimhäute und der ächten Drüsen stammt aus jener Quelle.

Dass gewaltige Aenderungen im mittleren Keimblatte vorgehen müssen, um alle jene Bildungen fertig zu bringen, liegt auf der Hand.

Manches werden spätere Abschnitte dieses Werkes noch zu berühren haben. Gegenwärtig interessirt uns nur eine im Laufe der Entwicklung auftretende, ungemein ausgedehnte Höhlenbildung des mittleren Blattes. So entstehen die serösen Höhlungen mit Einschluss der Schleimbeutel und Sehnenscheiden; so bildet sich das verwickeltste aller Kanalsysteme, das der Blut- und Lymphbahn. Eine ganze Reihe epithelialer Ueberzüge werden bei den erwähnten Höhlenbildungen entstehen müssen.

Und in der That tragen die letzteren wieder manches Eigenthümliche. Sieht man ab von wenig verbreiteten Schichtungen, wie auf den Synovialkapseln, so haben wir fast immer eine einfache Lage sehr dünner flacher Schüppchen (§ 87) ohne die Vergänglichkeit der beiden anderen Epithelformen. Ja, wie die Betrachtung des Gefässsystems lehren wird, gewinnt ein derartiger epithelialer Zellenmantel in fester Verkittung eine solche Resistenz, um die wesentliche Innenschicht feinerer und feinster Kanäle der Blut- und Lymphbahn herzustellen. Ferner geht *jenen Epithelien* des mittleren Keimblattes die Fähigkeit ab, in kontinuirlichem

Uebergang die Sekretionszellen der Drüsen zu liefern, wie sie denn auch keine der Drüsenthätigkeit vergleichbare physiologische Leistung entwickeln. Dagegen zeichnen sie sich durch die grosse Leichtigkeit aus, mit welcher sie Blutflüssigkeit transsudiren lassen, was völlig entgegengesetzt bei dem Epithel des Hornblattes sich gestaltet. Will man noch einen Gegensatz hervorheben, so wäre es die gefässarme Unterlage jener dritten Epithelialform gegenüber der blutreichen der beiden anderen Arten.

Man hat, wie wir schon oben (§ 86) bemerkten, in neuerer Zeit dieses Binnenepithel als unächtes oder Endothelium bezeichnet [*His*[3]].

In Betreff des Hornblattepithel fand *Koelliker*[4]) beim menschlichen Embryo schon nach fünf Wochen die Oberhaut aus zwei Lagen gekernter Zellen bestehend, einer oberflächlichen sehr zart gerandeter, polyedrischer Zellen von 0,0275—0,0451 mm mit runden, 0,0090—0,0136 mm messenden Kernen, sowie einer tieferen Schicht, wo die Zellen kleiner, 0,0068—0,0090 mm messend waren und die Kerne nur 0,0034—0,0045 mm betrugen. Hiernach sind also Epidermis (im engeren Sinne des Wortes) und *Malpighi*'sches Schleimnetz anfänglich durch je eine Zellenschicht repräsentirt. Später, im 4ten Monate, sind diese Zellenlagen schwach geschichtet, so dass drei bis vier Lagen das Ganze der Oberhaut bilden



Fig. 152. Haut- und Haaranlage eines menschlichen Embryo von 16 Wochen. *a* Obere Zellenlagen der Epidermis; *b* tiefere; *m*, *m* Zellen der Haaranlage; *i* glashelle, sie überziehende Haut.

Fig. 153. Oberhaut aus der Kopfgegend eines Schafembryo von 4". 1 Oberhautzellen der äussersten Lage; 2 aus tiefen Schichten; 3 senkrechter Durchschnitt derselben; 4 Oberhaut am freien Augenlidrande.

(Fig. 152. *a*. *b*). Allmählich wird die Schichtung eine stärkere. Als Beispiel kann Fig. 153 dienen, die Oberhaut eines Schafembryo von 4 Zoll. Dieselbe bestand aus 6—7 Zellenlagen (Fig. 153, 3), deren oberste glashelle Zellen (*a*) von 0,0156—0,0206 mm mit Kernen von 0,0052—0,0066 mm enthielten, während die unteren Zellen (*b*) nur 0,0104—0,0124 mm betrugen, und der Nukleus den Durchmesser der oberflächlichen Zellenkerne bewahrte. In der oberen Schichtungsgruppe kamen einzelne Zellen mit doppeltem Nukleus vor (Fig. 151, 1), und in den tieferen konnte bisweilen eine Kerntheilung bemerkt werden (2). Das Epithelium am freien Augenlidrande zeigte bei demselben Embryo nur 2 Zellenlagen (4). Beim viermonatlichen menschlichen Fötus fand ich das Epithelium der Kornea 0,0205 mm dick, aus zwei oberen und zwei tieferen Zellenschichten hingestellt.

Mit dem weiteren Wachsthume des fötalen Körpers nimmt die Dicke der Epidermis und damit die Zahl ihrer Schichten mehr und mehr zu. Die oberflächlichsten sind in der letzten Hälfte des Fruchtlebens schon die kernlosen Schüppchen der späteren Lebensepoche.

Die sich bereits im Fruchtleben einstellende Abschuppung der Oberhautzellen führt auf der Körperoberfläche des Embryo eine schmierige, weissliche, mit Fett untermischte Masse, die sogenannte *Vernix caseosa* herbei, in welcher das Mikroskop die Epidermoidalschüppchen darthut.

Auch die Epithelien des Darmdrüsenblattes entwickeln schon in früher Zeit ihre charakteristischen Gestalten. Die Flächenvermehrung dieser Ueberzüge bringt

ebenfalls einen beträchtlichen Zellenvermehrungsprozess auf dem Wege der Theilung mit sich [5]).

Dass die Binnenepithelien gleichfalls frühzeitig erscheinen, ist schon oben bemerkt worden, wo auch ihre Bildungszellen berührt sind [6]).

Anmerkung. 1) Man vergl. das embryologische Werk dieses Forschers. — 2) Archiv für mikr. Anat. Bd. 1, S. 160 (später modifizirt); *Hensen* ebendaselbst Bd. 3, S. 502. — 3) S. *His*, die Häute und Höhlen des Körpers; Programm. Basel 1865. In seinem embryologischen Werke ist der Verf. zu neuen abweichenden Ergebnissen gelangt. Aus einem oberen Keimblatt gehen hervor das Zentralnervensystem, animale Muskulatur, *Wolff*'sche Körper (mit Nieren und Sexualdrüsen), Horngebilde und Zellen der äusserlichen Drüsen. Ein nachgebildetes unteres Blatt liefert Sympathikus, glatte Muskulatur, Epithelien und Drüsen der Schleimhäute. Beide sind der Hauptkeim oder Archiblast. Zwischen jene zwei Lagen drängt sich der Nebenkeim oder Parablast ein. Er liefert die Bindesubstanz und das Blut. — Wir halten vorläufig noch an *Remak* fest. — 4) Mikrosk. Anat. Bd. 2, 2te Hälfte, S. 69. — 5) *Remak* (a. a. O. S. 160) traf bei dem Frosche in dieser Zeit komplizirte Theilungsprozesse der Epithelialzellen. — 6) Man vergl. auch *H. Luschka*, die Halbgelenke des menschlichen Körpers. Berlin 1858, S. 7.

4. Die Nägel.

§ 99.

Gleich der Oberhaut und den später zu besprechenden Haaren werden die Nägel schon seit Langem von den Anatomen zu den Horngeweben gerechnet. Und in der That stellen dieselben auch nichts anderes als eine eigenthümliche modifizirte Oberhaut der darunter gelegenen Hautstelle vor. Diese Umwandlung ergibt sich aber bei der mikroskopischen Untersuchung im Uebrigen geringer, als man es bei der physikalischen Beschaffenheit des Gewebes erwarten sollte.



Fig. 151. Nagel und Nagelbett querüber senkrecht durchschnitten. *a* Das Nagelbett mit den Leistchen der Lederhaut; *b* Seitentheile jenes, den seitlichen Nagelfalz bildend; *c* sein *Malpighi*'sches Schleimnetz; *e* seine Hornschicht; *d* das *Malpighi*'sche Netz des Nagels zackig zwischen die Leistchen des Nagelbettes eingreifend; *f* die Hornmasse des Nagels.

Der Nagel [1]) ist ein harter, platter, gewölbter Körper von einer rundlich viereckigen Form. Er erscheint an den Seiten stärker herabgebogen, am freien vorderen Rande dicker als an dem entgegengesetzten hinteren Theile. Von den Rändern liegt nur der vordere frei zu Tage, während die Seitenränder desselben in einem Hautfalze (Fig. 154. *b*) enthalten sind, der an der Fingerspitze als eine flache Grube beginnt, um nach hinten tiefer und tiefer zu werden. Der hintere Theil des Nagels endlich verschwindet in einem sehr tiefen, 4,5mm und mehr betragenden Falze (Fig. 155. *a* links). Es liegt somit ein nicht unbeträchtlicher Theil des ganzen Nagels in letzterer Einfalzung. Man nennt ihn die Nagelwurzel (Fig. 155. *l*), während die furchenartigen Rinnen den Namen des Nagelfalzes führen und die von dem Nagel bedeckte Stelle der Lederhaut die Benennung des Nagelbettes (Fig. 154. *a*, 155. *a*) erhalten hat.

Dem Nagelbette, dessen Form im Gröberen durch die Gestalt des Nagels und des Falzes gegeben ist, liegt mit seinem unteren Theile der Nagel so fest und innig auf, wie überhaupt das *Malpighi*'sche Schleimnetz anderer Hautstellen dem Fasergewebe der Kutis, so dass er von seinem Bette durch Mazeration oder Brühen getrennt werden muss.

Untersucht man ein derartig blossgelegtes Nagelbett, so springt die Lederhaut desselben in Längsleistchen vor. Diese, wie *Henle* zeigte, beginnen vom hinteren

Theile des Nagelbettes wie von einem Pole aus, laufen in den Mittelpartieen desselben gestreckt nach vorne, während sie an den Seitentheilen eine auswärts konvexe Richtung einhalten. Auf den Leistchen stehen alsdann mehr vereinzelt die



Fig. 155. Nagel und Nagelbett in der Länge senkrecht durchschnitten. *a* Das Nagelbett nach links den tiefen Falz für die Nagelwurzel *l* bildend; *k* das Horngewebe des Nagels; *m* sein vorderer freier Rand; *f* Hornschicht der Fingerspitze; *g* ihr Ende gegen den Nagel; *b* *Malpighi*'sches Schleimnetz derselben, welches bei *c* zu demjenigen des Nagels, bei *d* des Nagelfalzes und der Nagelwurzel, sowie bei *e* zu dem des Fingerrückens wird; *h* Hornlage des Fingerrückens; *i* Ende derselben gegen den Nagel.

Papillen des Hautorgans. Fig. 154. *a* kann diese Leistchen, deren man auf ein Nagelbett 50—90 rechnet, versinnlichen. Unter der Nagelwurzel stehen sie weit dichter neben einander, bleiben aber niedriger. Beide Theile des Nagelbettes grenzen sich durch eine konvexe Linie meistens scharf von einander ab, welche als Rand der sogenannten Lunula des Nagels durchschimmert.

Wie schon bemerkt greift nun das *Malpighi*'sche Schleimnetz mit zackenartigen Vorsprüngen in die Zwischenräume der Kutisleistchen ein, verhält sich also gerade ebenso wie an gewöhnlichen Hautstellen (Fig. 154. *d*). Auch in ihrer histologischen Beschaffenheit kommen diese jüngeren Zellenlagen mit denjenigen der äusseren Haut überein (Fig. 156. *f*). Ihre Grösse beträgt 0,0090, 0,0144, 0,0160^{mm}, das Ausmaass der Kerne 0,0065—0,0075^{mm}. Als einzige Differenz muss hervorgehoben werden, dass in den tiefsten Lagen die Zellen der jüngeren Schichtungsgruppe mehr längsoval erscheinen. In interessanter Weise enthalten nach *C. Krause*[2]) die Kerne derartiger Nagelzellen beim Neger denselben dunkelbraunen Farbestoff, wie in der Haut selbst (§ 90). Oefters trifft man junge Zellen mit doppeltem Kerne (*g*). Dass sich das *Malpighi*'sche Schleimnetz des Nagels in die jüngeren Zellenlagen der Haut am Falze, ebenso an der Fingerspitze fortsetzt, bedarf wohl keiner Erwähnung, und wird durch Fig. 154. *c* und 155. *b* ersichtlich.



Fig. 156. Gewebe menschlicher Nägel zum Theil nach Einwirkung der Natronlauge. *a* Zellen der obersten Schichten in seitlicher Ansicht; *b* eine Zelle von oben; *c* halb von der Seite; *d* eine Anzahl Zellen polyedrisch gegeneinander begrenzt; *e* eine Zelle, deren Kern im Verschwinden begriffen ist; *f* Zellen der unteren Lagen (des *Malpighi*'schen Schleimnetzes); bei *g* eine derartige Zelle mit doppeltem Kerne.

Während so die Zellen der unteren Schichtung nichts Auffallendes darbieten, ist es anders mit den oberflächlichen Zellenlagen, dem eigentlichen hornigen Nagel. Für die gröberen Verhältnisse wäre nur festzuhalten, dass die Unterfläche der Hornschicht mit leichteren Zacken in das *Malpighi*'sche Schleimnetz eingreift (Fig. 154. *f*), sowie dass sie an der Nagelwurzel sehr beträchtlich dünner und auch ansehnlich weicher als am freien Nagel ausfällt. Endlich geht die Epidermis der Haut am unteren Nagelfalz eine Strecke weit auf die vordere Fläche des Nagels über (Fig. 155. *i*), wie sich diejenige der Fingerspitze unter dem freien Rande jenes verliert (Fig. 155. *f*).

Schnitte durch diese verhornte Substanz lassen ohne weitere Behandlung nichts über die Textur erkennen, indem eine spröde, harte, ziemlich wasserhelle Masse vorliegt, welche durch den Zug der Messerklinge vielfach gerissen und gesprungen erscheint. Unterwirft man dagegen einen solchen Schnitt der Einwirkung der Schwefelsäure oder, was bei weitem mehr zu empfehlen ist, der von Kali- oder Natronlauge, so quillt das Ganze (namentlich schnell in der Hitze) in überraschender Weise zu dem schönsten zelligen Epithelialgewebe auf (Fig. 156. *a*—*e*). Die Zellen liegen anfänglich polyedrisch gegen einander abgeplattet (*d*), bis sie in Folge längerer Einwirkung des Reagens sich von einander trennen. Ihre Grösse beträgt 0,0375—0,0425 mm.

Während sich soweit das Verhältniss der Epidermiszellen wiederholt, tritt als wesentliche Differenz uns in jeder Zelle, wenn anders der chemische Eingriff ihn nicht schon zerstört hatte, ein zierlicher Kern in Form eines granulirten, rundlichen, linsenartigen Gebildes entgegen, wie Fig. 156. *b*, *c*, *d*, *e*, die Betrachtung von oben, verglichen mit *a*, der seitlichen Ansicht, lehrt. Die Grösse des Kernes liegt zwischen 0,0075—0,0090 mm.

Anmerkung: 1) Ueber den Nagel vergl. man *Koelliker*, Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 1, S. 79; ferner *Henle*'s Handbuch, Eingeweidelehre S. 34 und *Biesiadecki* in *Stricker*'s Handbuch S. 612. — 2) Artikel »Haut« S. 124.

§ 100.

Die Nägel des Menschen zeichnen sich von der Hornschicht der Epidermis durch grössere Härte und Festigkeit aus, bieten im Uebrigen jedoch in ihrem chemischen Verhalten eine wesentliche Uebereinstimmung dar. Gleich den Schüppchen der äusseren Haut ergeben sie bei Behandlung mit Alkalien den sogenannten Hornstoff oder das Keratin (§ 94).

Analysen des Substanzgemenges menschlicher Nägel liegen mehrere vor; so von *Scherer* [1]) und *Mulder* [2]).

	Scherer	*Mulder*
C	51,09	51,00
H	6,82	6,94
N	16,90	17,51
S	25,19	2,80
O		21,75

Hiernach erscheint die Schwefelmenge des Keratin der Nagelsubstanz beträchlicher als diejenige der Epidermis, wo sie nur 0,74 % betragen soll (S. 160). Der Gehalt an Mineralbestandtheilen wurde zu 1 % gefunden.

Das Gewebe der Nägel wird (gleich der Oberhaut) von den Blutgefässen des Nagelbettes und Falzes ernährt, und zeigt unter unseren gewöhnlichen Kulturverhältnissen ein beständiges, ziemlich reges Wachsthum, welches den durch die Abnutzung des freien Nagelrandes erfolgenden Massenverlust weit übertrifft. Es scheint im Uebrigen, dass dieses Wachsthum bei Menschen, welche die Nägel nicht beschneiden, wie die Chinesen, schliesslich eine Grenze erreicht, indem die gegen 2 Zoll lang gewordenen und klauenartig gekrümmten Nägel nach *Hamilton* [3]) sich nicht mehr vergrössern sollen. Indessen wird bei Kindern nach den Angaben von *E. H. Weber* [4]) zeitweise der freie Rand als halbmondförmiger Streifen abgeworfen. Ueber die Grösse des Nagelwachsthums, oder, was dasselbe bedeutet, die Lebensdauer einer verhornten Nagelzelle hat *Berthold* [5]) interessante Versuche angestellt. Die Regeneration geschieht bei Kindern schneller als im Greisenalter, während des Sommers rascher als im Winter. Ein Nagel, welcher in der warmen Jahreszeit 116 Tage zu seiner Erneuerung bedarf, erfordert im Winter deren 152. Ebenso sollen die Nägel der verschiedenen Finger, sowie gleicher Finger an der rechten und linken Hand ungleich wachsen.

Was die Art des Wachsthums betrifft, so behalten die tieferen Zellen des *Malpighi*'schen Schleimnetzes ihre Stellung, während die Hornschicht dadurch, dass am hinteren Theile der Nagelwurzel beständig Zellen sich bilden, und zu Schüppchen verhornen, über die von ihr bedeckten weichen Zellenlagen nach vorne vorgeschoben wird. Da im Uebrigen der Nagel nach vorne beträchtlich dicker als an seiner Wurzel erscheint, so verwandeln sich die oberflächlichsten Zellen des *Malpighi*'schen Schleimnetzes auf der Fläche des Nagelbettes ebenfalls zu Hornschichten, welche sich der Unterfläche der fertigen Hornmasse des Nagels anschliessen, dieselbe verstärken und mit ihr natürlich ebenfalls nach vorne vorgedrängt werden.

Wie es eine normale physiologische Regeneration des Nagels gibt, so ersetzt sich derselbe vollkommen, wenn er in abnormer Weise verloren gegangen ist, vorausgesetzt, dass das Nagelbett seine Integrität bewahrte. Hat letztere gelitten, so entsteht ein verkrüppelter Nagel.

Indem der wachsende Nagel von den Gefässen seiner Unterlage abhängig ist, wird es begreiflich, dass manche mit Störungen des Blutumlaufs verbundene Leiden des Nagelbettes zu missgebildeten Nägeln führen können. Ebenso fallen nach *Steinrück*'s [6]) bekannten Versuchen bei Kaninchen nach der Durchschneidung des *Nervus ischiadicus* die Nägel der Extremität aus. Interessant ist eine von *Koelliker* gemachte Beobachtung, dass bei Verdickung und Missbildung der Nägel älterer Menschen im vorderen Theile des Nagelbettes die Haargefässe durch Fettkörnchen unwegsam geworden sein können.

Was endlich das erste Auftreten des Nagels beim menschlichen Embryo betrifft, so erscheint mit dem dritten Monat des Fruchtlebens die erste Anbahnung desselben, indem die noch von den gewöhnlichen embryonalen Hautzellen bekleidete Stelle den Falz zu bilden beginnt. Dann, im vierten Monat, bemerkt man unter der embryonalen Epidermis und über dem *Rete Malpighii* des Nagelbettes eine Schicht neuer Zellen, welche die erste Andeutung der hornigen Nagellagen kommender Tage ausmachen sollen. Später häufen sich derartige Lagen übereinander, so dass die allerdings noch weiche Hornschicht eine grössere Mächtigkeit erlangt. Zu Ende des fünften Monats ist der Ueberzug einfacher Epidermoidalschüppchen über dem Nagel verschwunden, und letzterer also frei zu Tage liegend. Noch beim Neugebornen kann man den zelligen Bau des eigentlichen Nagels ohne Anwendung von Reagentien erkennen. Nach dem ersten Lebensjahre sind die Nagelzellen schon wie im reifen Körper beschaffen [7]).

Anmerkung: 1) Annalen Bd. 40, S. 57. — 2) Physiologische Chemie S. 556. — 3) Bei *Henle*, allg. Anat. S. 274. — 4) *Hildebrandt*'s Anatomie Bd. 1, S. 195. — 5) *Müller*'s Archiv 1850, S. 156. Früher schon war dieser Gegenstand von *A. Cooper* und *Schwann* (a. a. O. S. 91) untersucht worden. — 6) *De nervorum regeneratione. Berolini* 1838. *Diss.* — 7) *Koelliker* a. a. O. S. 93 u. 94.

C. Gewebe der Bindesubstanz.

§ 101.

Nach Erörterung der Epithelien wenden wir uns zu einer neuen natürlichen Gewebegruppe, derjenigen der Bindesubstanz, einem der wichtigsten, aber auch dem schwierigsten Abschnitte der gegenwärtigen Histologie [1]).

Mit dem genannten Namen versieht zur Zeit die Mehrzahl der Forscher eine Reihe von Geweben, welche wohl sämmtlich dem sogenannten Mittelblatt der Embryonalanlage [2]) entsprossen sind, und von gleichartigen Anfängen ausgehen. Sie pflegen jedoch allmählich im Laufe der weiteren, nach verschiedenen Richtungen gehenden Entwicklung sich mehr und mehr von einander zu entfernen, und in solcher Art zu sehr verschiedenen Erscheinungsformen in anatomischer und auch chemischer Hinsicht zu gelangen. So liegen dann für den reifen Organismus in der Bindesubstanzgruppe Massen vor, welche auf den ersten Blick durch eine weite Kluft getrennt zu sein scheinen. Knorpel, Schleim- oder Gallertgewebe, retikuläre Bindesubstanz, gewöhnliches Bindegewebe, Fettgewebe, Knochen und Zahnbein zählen hierher.

Indessen die nahe Verwandtschaft all dieser verschiedenen Gewebe verläugnet sich nicht.

Einmal sehen wir, wenn auch die markirten typischen Erscheinungsweisen jener einzelnen Gewebe weit auseinander gehen, nicht selten Zwischenformen, so z. B. zwischen Gallert- und gewöhnlichem Bindegewebe, zwischen letzterem und dem Knorpel, so dass eine scharfe Abgrenzung der Einzelgewebe unmöglich wird.

Dann gehen an manchen Stellen des Leibes einzelne dieser Gewebe — und zwar beispielsweise die eben genannten — kontinuirlich in einander über.

Ferner erkennt man eine Substitution, einen Ersatz des einen äquivalenten Gewebes durch das andere, und zwar in dreifach verschiedener Weise.

Zunächst hat die vergleichende Histologie gelehrt, dass die verschiedenen Erscheinungsformen der Bindesubstanzgruppe in der Thierwelt sich häufig genug vertreten. Was z. B. bei dem einen Geschöpfe gewöhnliches Bindegewebe ist, erscheint bei andern Wesen als retikuläre Bindesubstanz oder als Knorpel- und Knochenmasse: der Knorpel eines Organs ist in dem gleichen Theile eines andern Thieres durch Knochen ersetzt. das Knochengewebe durch Zahnbeinsubstanz u. a. mehr [3]).

Aber auch in einem und demselben Organismus bringt die typische Entwicklung jenen Ersatz der einen Erscheinungsform der Bindesubstanzgruppe durch eine andere mit sich. Da wo in früherer Embryonalperiode Gallertgewebe vorkam, wandelt sich beispielsweise dasselbe in das Binde- oder Fettgewebe der späteren Periode um; Knorpelgewebe gestaltet sich in seinen Abkömmlingen zur Knochensubstanz.

Endlich zeigt sich jene uns beschäftigende Substitution in reichlichster Fülle

auf pathologischem Gebiete, im krankhaft veränderten Bildungsleben des Organismus. Fast jede Erscheinungsform der Bindesubstanzgruppe ist durch fast jede andere ersetzbar, einmal durch unmittelbare Metamorphose, dann namentlich durch Neubau, von den Abkömmlingen des früheren Gewebes vermittelt.

Während so schon auf anatomischem Gebiete des Verwandten hinreichend genug vorliegt, kommen noch in einer anderen Richtung alle Gewebe dieser Gruppe überein, nämlich in einer physiologischen. Ihre Bedeutung für das Geschehen des gesunden Körpers ist eine mehr untergeordnete, wenngleich sie bei ihrer kolossalen Massenhaftigkeit einen grossen Theil unseres Leibes bilden. Sie stellen, wie man sich auszudrücken pflegt, Gewebe von einer niederen vitalen Dignität dar, bestimmt Verbindungs-, Umhüllungs- und Stützmassen des Organismus zu bilden, ein durch den ganzen Leib verbreitetes Gerüste, in dessen Räumen andere Gewebe, wie z. B. Muskeln, Nerven, Gefässe, Drüsenzellen eingebettet liegen. Der Name Bindesubstanz, dem von *J. Müller* eingeführten Worte Bindegewebe nachgebildet, ist desshalb in vieler Hinsicht ein passender. Auch die Benennung der Stützsubstanz (*Koelliker*) würde sich empfehlen.

Während aber, wie so eben erwähnt, die Bindesubstanz im reiferen normalen Leib wenig in das stoffliche Geschehen eingreift, verliert sie diesen Charakter des Stillen, Indifferenten bei den zahlreichen Umwandlungen und Wucherungen erkrankter Körpertheile, um hier in völligem Gegensatz ein aktivstes Gewebe des Organismus zu werden. Es ist ein Verdienst *Virchow*'s, durch eine ausgedehnte Reihe von Untersuchungen nachgewiesen zu haben, wie gerade die Gewebe der Bindesubstanz es sind, aus welchen die übergrosse Masse der pathologischen Neubildungen des Menschenleibes hervorgeht, »so dass man das Bindegewebe mit seinen Aequivalenten als den gemeinschaftlichen Keimstock des Körpers setzen kann«[4].

Anmerkung: 1) Die Wissenschaft verdankt *Reichert* die Aufstellung der Bindesubstanzgruppe. Vergl. dessen Werk: Bemerkungen zur vergleichenden Naturforschung und vergleichende Beobachtungen über das Bindegewebe und die verwandten Gebilde. Dorpat 1845. Unter den Nachfolgern sind besonders *Virchow* (Würzburger Verhandlungen Bd. 1 u. 2, sowie anderwärts) und *Donders* in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 3, S. 348 zu nennen. Heftige Bekämpfung hat die Theorie dieser Forscher von Anfang an durch *Henle* in dessen Jahresberichten erfahren. — 2) Nach *His* vom Parablast (S. 166, Anm. 3). — 3) Man vergl. *Leydig*, Vom Bau des thierischen Körpers S. 28. — 4) S. dessen Cellularpathologie.

§ 102.

Während es verhältnissmässig leicht fällt, die Bindesubstanzgruppe in ihren ersten Umrissen hinzustellen, bereitet uns der Nachweis des Einzelverhaltens, die Begründung der einzelnen Gewebeformen an der Hand der Entwicklungsgeschichte zur Zeit die grössten Schwierigkeiten; ja diese Anforderungen sind bei dem gegenwärtigen Zustand der Gewebelehre nur in höchst unvollkommener Weise erfüllbar. Einmal liegen noch grosse Lücken vor; dann sind frühere ausgedehnte Arbeiten, wie die von *Virchow*, *Donders* u. A., bei dem gegenwärtigen Zustande der Gewebelehre nicht mehr haltbar — und endlich haben es die Schwierigkeit der Untersuchung sowie eine gewisse durch unerquickliche Diskussionen hervorgerufene Ermüdung der Geister bewirkt, dass eine Zeit lang die Bindesubstanz von den Forschern etwas vernachlässigt worden ist.

Dasjenige, was man heutigen Tages als eine histologische Charakteristik der Bindesubstanzgruppe benutzen könnte, wäre Folgendes:

Es bestehen die embryonalen Anfänge aller der betreffenden Gewebe ursprünglich aus gedrängten Anhäufungen mehr oder weniger rundlicher, mit bläschenförmigen Kernen versehener hüllenloser Bildungszellen. Zwischen diesen beginnt (sei es als Zellenprodukt, sei es als umgewandelte Partie der Zellenleiber)

eine weiche, homogene, aus eiweissartigen Materien gebildete Zwischensubstanz zu erscheinen, welche später in einer gewissen (wenngleich sehr wechselnden) Reichlichkeit vorkommt. Zellen wie Zwischensubstanz nehmen dann sehr häufig nachträglich andere abweichende Gestalten an. Im Allgemeinen tritt in der Grundmasse vielfach ein streifiger oder faseriger Zerfall, eine Umwandlung in Fibrillen ein, während die Zellen verkümmern können oder umgekehrt zu spindel- und sternförmigen Elementen heranwachsen, welche dann wieder mit einander zu einem Zellennetz sich verbinden können. Ebenso sind für einige der hierher zu ziehenden Gewebe Verkalkungen der Zwischensubstanz typische Erscheinungen.

Mit diesen anatomischen Wandlungen fallen noch weitere chemische Metamorphosen zusammen. Die Grundmasse der Bindesubstanz besteht, wie eben gesagt, ursprünglich aus Proteinkörpern oder nahen Abkömmlingen derselben. Vielfach scheint ein dem Mucin (S. 21) verwandter oder identischer Stoff hier anfänglich vorzukommen. Beinahe überall wird diese chemische Beschaffenheit früherer Tage in der Folge vermisst, indem entferntere Derivate der Proteingruppe, die Leimkörper (S. 22) und unter diesen meistens das Glutin (seltener das Chondrin) erscheinen; ebenso kann eine lokale Umwandlung der Grundsubstanz zu elastischer Materie (S. 23) erfolgen. Auch in dem Zellenkörper vermögen das ursprüngliche Protoplasma andere Stoffe, wie Fette, Pigmente zu ersetzen.

Bei den Uebergängen und Zwischenformen der einzelnen hierher zu zählenden Gewebe wird, wie schon bemerkt, eine Eintheilung misslich. Wir werden in dem Folgenden unterscheiden: 1) Knorpelgewebe, 2) Gallertgewebe und retikuläre Bindesubstanz, 3) Fettgewebe, 4) gewöhnliches Bindegewebe, 5) Knochengewebe und 6) Zahnbeingewebe.

5. Das Knorpelgewebe.

§ 103.

Unter Knorpel[1]) versteht man ein durch den Körper weit verbreitetes, sehr frühzeitig erscheinendes und vielfach rasch alterndes, sowie oftmals baldigst absterbendes kompaktes Gewebe von Zellen, die in einer ursprünglich homogenen Zwischensubstanz vorkommen. Das spezifische Gewicht der Knorpel ist entsprechend ihrer Festigkeit ein ansehnliches, nach den Untersuchungen von *Krause* und *Fischer* 1,095 und 1,097 für Gelenk- und Ohrknorpel betragend[2]). Biegsamkeit und Elastizität sind bei den Knorpeln, sobald sie dünnere Massen, Platten u. dergl. herstellen, nicht unbeträchtlich, während dickere Stücke mehr spröde und brüchig erscheinen.

Nach dem Vorkommen unterscheiden die Anatomen die Knorpel in solche, welche sich an der Bildung der Gelenke betheiligen, indem sie die Gelenkenden der Knochen überziehen, Gelenkknorpel, und in solche, die zum Schutze von Höhlen dienen, indem sie die Wandungen derselben erhärten und verstärken, die membranartigen Knorpel.

Eine andere Eintheilung ergibt sich, wir möchten sagen, nach der Lebensdauer des Gewebes. Man trifft nämlich in früher Embryonalzeit in weiter Verbreitung ein Knorpelskelet, dessen grösster Theil im normalen Entwicklungsgange schon frühzeitig verschwindet, indem er bestimmt ist, untergehend einem anderen Gewebe, nämlich der Knochensubstanz, Platz zu machen, während nur ein kleiner Rest durch das ganze Leben sich erhält. Ersterer stellt die transitorischen, letzterer die permanenten Knorpel dar[3]).

Tiefer eingreifend ist eine dritte Eintheilung, welche sich auf das histologische Gefüge des Knorpels, auf die Textur seiner Zwischensubstanz gründet.

Sie zeigt sich ursprünglich in allen Knorpeln homogen, glasartig durchsichtig oder leicht getrübt. Diese glasartige Beschaffenheit kann sich das ganze Leben lang erhalten. Solche Knorpel (Fig. 157) werden hyaline genannt, und repräsentiren das typische Knorpelgewebe. Schon das unbewaffnete Auge erkennt sie leicht, indem sie in feineren Schnitten wasserklar und durchsichtig, in grösseren dickeren Massen bläulichweiss, manchmal milchglasartig erscheinen.



Fig. 157. Hyaliner Knorpel.



Fig. 158. Netzknorpel von der Epiglottis des Menschen.



Fig. 159. Bindegewebiger Knorpel.

Indessen das Knorpelgewebe besitzt die Neigung, im Laufe der Zeiten vielfache anatomische Umwandlungen auch der Zwischensubstanz zu erfahren, welche bald sehr frühzeitig schon eintreten, bald lange auf sich warten lassen; zuweilen nur Stellen eines Knorpels betreffen, häufig sich über das ganze Gewebe eines solchen erstrecken. Treten sie früh und über ganze Knorpel verbreitet auf, so werden sie als besondere Modifikationen derselben beschrieben, und derartige Knorpel besonders benannt.

Jene Interzellularmasse kann eine grobkörnigere Trübung erleiden, kann streifig und balkig werden, oder in Fasern sehr verschiedener Formen sich verwandeln. Einmal bemerkt man nur stellenweise eine Umänderung zu parallel laufenden, steifen, in Essigsäure nicht erblassenden Fasern; dann erscheint in ihr ein Balken- oder Filzwerk dunkler elastischer Fasern, oder wir bemerken in der Grundsubstanz die charakteristischen feinen, in Essigsäure erblassenden Fibrillen des Bindegewebes. Die beiden letztgenannten Erscheinungsweisen haben zur Aufstellung einmal der elastischen, der Fasernetz- oder Netzknorpel (Fig. 158), dann der bindegewebigen Knorpel (Fig. 159) geführt. Theile, welche derartige Metamorphosen der Interzellularsubstanz erfahren haben, verlieren das bläulichweisse Ansehen des hyalinen Knorpels und werden undurchsichtig, entweder gelblich oder weiss.

Anmerkung: 1) Neben den älteren Hand- und Lehrbüchern vergl. man noch die treffliche Darstellung *Rollett*'s in *Stricker*'s Handbuch der Gewebelehre, Leipzig 1868, S. 70, sowie *Bruch*, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Knochensystems, im 11. Bande der Denkschriften der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft, und *H. Meyer* in *Müller*'s Archiv 1849, S. 292. — 2) S. deren Arbeit in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 26, S. 306. Nach dem älteren *Krause* (Handbuch d. Anatomie Bd. 1, S. 81. Hannover 1841) ist das spezifische Gewicht des Hyalinknorpels 1,088. — 3) Im Grunde genommen ist diese Trennung eine schlechte, da zwischen permanentem und transitorischem Knorpel keine Grenze zu ziehen ist, und es sich nur um stufenweise Unterschiede handelt. Ebenso lehrt die vergleichende Anatomie vielfach, dass der transitorische Knorpel gewisser Gruppen zum bleibenden bei anderen Thieren werden kann und umgekehrt. Endlich treten Neubildungen von Knochenmasse auf Kosten der Knorpelsubstanz im späteren Lebensalter an sogenannten permanenten Knorpeln häufiger auf.

§ 104.

Einen nicht minder grossen Wechsel als die Grundmasse zeigen ebenfalls die **Zellen** des Knorpels. Wenn sie auch in ganz jugendlichen Knorpeln anfänglich ziemlich einfache, nicht viel Auffallendes darbietende Elemente herstellen, so werden sie häufig genug durch nachträgliche Umänderungen zu höchst charakteristischen Gebilden.

In der ersten Anlage zeigt uns nämlich der werdende Knorpel nur dicht gedrängte, gegen einander abgeplattete, gekernte Bildungszellen, zwischen welchen man bei genauem Zusehen sehr dünne Streifen einer homogenen glänzenden Substanz zu erkennen vermag (ein Verhalten, was manchen Knorpeln niederer Thiere zeitlebens zukommen kann). Bald werden diese Streifen breiter, und in nicht ferner Zeit erlangt dann die so sich entwickelnde Zwischensubstanz eine Mächtigkeit, wie sie unsere Fig. 160 versinnlicht.



Fig. 160. Zellen eines embryonalen transitorischen Knorpels vom Schweine.

Die Knorpelzellen erscheinen jetzt rund, oval oder auch mehr keil- und halbmondförmig, manchmal stark abgeplattet. Ihre Grösse mit Ausschluss der Extreme kann auf 0,0182—0,0275mm angenommen werden. Der Zellenleib entbehrt einer Membran, und besteht aus einem bald mehr homogenen, bald zart körnigem Protoplasma. Doch trübt sich dieses in auffallender Weise erst bei einer Wärme von 73—75°C. (*Rollett*). Man bemerkt jetzt noch fast immer einen einfachen, bläschenförmigen Kern von 0,0075—0,0144mm Ausmaass.

Sehr leicht, durch Reagentien und schon bei Wassereinwirkung, kann man den Zellenkörper mancher Knorpel zackige und strahlige Formen annehmen sehen[1]. Auch durch kräftige Induktionsschläge nehmen unsere Zellen unter Verkleinerung jene Gestalten an (*Heidenhain*, *Rollett*). Eine vitale Kontraktilität ist wahrscheinlich, aber noch nicht streng bewiesen[2].

Die weiteren Umänderungen der Zelle (Fig. 161) betreffen nun weniger die Form, welche gewöhnlich eine jener erwähnten bleibt, wohl aber das Ausmaass, welches sich vergrössert, und zuweilen in extremster Weise. Die Kerne verlieren oftmals die bläschenförmige Beschaffenheit, um entweder, glattrandig bleibend, solide zu werden, oder ein granulirtes Ansehen zu erlangen. Ebenso vermögen Fetteinbettungen in den Zellenkörper schon früh zu beginnen.



Fig. 161. Schema eines ausgebildeten älteren Hyalinknorpels mit sehr verschiedenartigen Zellen.

Von Wichtigkeit ist dann aber ein anderes Verhältniss, welches man an manchen reiferen Knorpeln nicht selten, wenn auch in verschiedenster Ausdehnung bemerkt. Höfe oder Ringe einer bald mehr homogenen, bald geschichteten Substanz umgeben in wechselnder Breite einzelne Zellen oder Zellengruppen, mitunter sehr deutlich, mitunter mit ihrer Peripherie in die homogene Zwischensubstanz sich verlierend (Fig. 161). Es sind dieses die lange bekannten **Knorpelkapseln**, deren wir schon früher im allgemeinen Theile dieses Werks (S. 83) zu gedenken hatten[3].

Es drängt sich uns hier die Frage auf, wie sind diese Kapseln entstanden, welches ist ihr Verhältniss zur Zelle und zur Zwischenmasse, welcher Herkunft ist überhaupt die letztere?

Die Ansichten der Forscher über die betreffenden Texturverhältnisse sind von jeher weit auseinander gegangen. Während man in älterer Zeit an der Hand der spontanen Zellenerzeugung und der damaligen Blastemlehre die Zwischensubstanz ... von aussen her umwachsen die Zellen eingedrungen sein liess (§ 102), konnte man

in der Knorpelkapsel die gegen die Zelle hin modifizirte Grenzschicht jener Substanz erblicken, und also jene Kapselmasse dem Zellenkörper äusserlich aufgelagert annehmen [4]). Von anderer Seite liess man zwar die erwähnte Herkunft der scheinbar homogenen Zwischensubstanz gelten, deutete dagegen die Knorpelkapsel als ein von der Zelle geliefertes Sekretionsprodukt, welches an seiner Peripherie mit der Grundsubstanz verschmelze [5]). Eine dritte Ansicht [6]) endlich erblickt, wie in der Kapsel so auch in der Zwischensubstanz, ein nur von den Knorpelzellen geliefertes Material, wobei es allerdings wiederum kontrovers blieb, ob Kapsel- und Grundmasse als festgewordene Zellensekrete oder umgewandelte Theile des Zellenleibes, sowie ob überhaupt die Grundsubstanz als ungeformt oder geformt anzusehen seien. Es kann gegenwärtig unserer Ansicht nach nur die letztere jener drei Anschauungsweisen festgehalten werden. Mit Sicherheit vermögen wir die sogenannte Interzellularsubstanz mancher Knorpel durch Reagentien als eine nur scheinbar formlose, in Wirklichkeit aber geformte nachzuweisen (Fig. 162). Dieses gelingt leicht beim Frosch; schwieriger und nur annähernd bei Säugethieren [7]). Es ist eben nur jener Prozess sich wiederholender Kapselbildung, welcher jene Masse geschaffen und vergrössert hat; die ganze Grundsubstanz besteht aus den mit einander verschmolzenen mächtigen Kapselsystemen der Knorpelzellen. Somit werden wir jeder Knorpelzelle den betreffenden Bildungsprozess zuschreiben müssen. In vielen Fällen erscheinen jene Kapselschichtungen eines Knorpelschnittes von einem durchaus gleichartigen Brechungsvermögen, und man ist in dieser Weise früher nothgedrungen zur Annahme einer homogenen, ungeformten Zwischensubstanz des Knorpelgewebes gelangt. Bewahrten dagegen die jüngsten Schichtungssysteme einer Zelle ein abweichendes optisches Verhalten, was, wie wir wissen, ebenfalls nicht selten vorkommt, dann sprach man von Knorpelkapseln.



Fig. 162. Schildknorpel des Schweins, nach Behandlung mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure. Die Grundsubstanz in Zellenbezirke zerlegt.

Steht soviel unserer Ansicht nach fest, so wird sich dagegen bei dem jetzigen Zustande des Wissens die Frage nicht entscheiden lassen, ob jene Kapselschichten von der Zelle gelieferte erhärtete Sekretionsprodukte [8]) oder den umgewandelten peripherischen Theil des Zellenkörpers selbst darstellen. Doch sind wir geneigt, mit Andern der letzteren Meinung den Vorzug zu geben, obgleich wir der ganzen Frage eigentlich keine erhebliche Bedeutung beilegen können [9]).

Anmerkung: 1) *Virchow* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 1, S. 195; *Lachmann* in *Müller*'s Archiv 1857, S. 15. — 2) Neben *Virchow* in s. Archiv Bd. 29, S. 237, s. man *Heidenhain*, Studien des physiol. Instituts zu Breslau, 2. Heft, S. 1, sowie *Rollett* a. a. O. S. 72. — 3) Man hat, aber mit dem grössten Unrecht, die Knorpelkapseln ganz läugnen und auf ein optisches Trugbild zurückführen wollen. Es ist dieses von *Reichert* und seinen Schülern geschehen. Vergl. *Bergmann*, *Inquisitiones microscopicae de cartilaginibus, in specie hyalinicis. Mitaviae et Lipsiae* 1850. *Diss.*; *Rabl-Rückhard* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1863, S. 41. Man vergl. hierzu noch eine neueste Arbeit *E. Neumann*'s (Archiv der Heilkunde. 1870, S. 414). — 4) Diese Ansicht ist von *Henle* vorgetragen worden, ebenso von *Freund* (Beiträge zur Histologie der Rippenknorpel. Breslau 1849, S. 9), *A. Baur* (die Entwicklung der Bindesubstanz. Tübingen 1858, S. 54) und *Aeby* (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift, 3. R. Bd. 4, S. 1). — 5) Die erwähnte Ansicht hat manchfache Vertretung gefunden, durch *Virchow*, *Koelliker*, früher auch durch mich. — 6) Mitunter erkennt man schon ohne Weiteres diese Abkunft der Interzellularsubstanz. So bietet, wie *Remak* (*Müller*'s Archiv 1852, S. 63) mit Recht hervorhob, der Processus xiphoideus des Kaninchens ein gutes Objekt. Hier können die Zellen mit breiten Höfen jener Substanz umgeben sein. Man vergl. auch darüber noch die denselben Gegenstand nach eigenen Versuchen behandelnde Dissertation von *A. Broder*, Beitrag zur Histologie des Knorpels. Zürich 1865. — 7) Man kann hierher bis zu einem gewissen Grade schon *Remak* (*Müller*'s Archiv 1852, S. 63) rechnen. Interessante Beobachtungen theilte dann *Fürstenberg* (die gleiche Zeitschrift 1857, S. 1) mit. Von Wichtigkeit ist die schöne Arbeit Heiden-

hain's (a. a. O.). Ihm gelang durch lauwarmes Wasser, durch chlorsaures Kali mit Salpetersäure die Zerlegung der scheinbar homogenen Interzellularsubstanz des Froschknorpels. Ich bin bei Wiederholung der Versuche zu dem gleichen Resultat gekommen. Auch *Schultze* sah schon früher Aehnliches (*Reichert's* und *Du Bois-Reymond's* Archiv 1861, S. 13 u. 25). — *L. Landois* (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. 16, S. 11) empfiehlt zur Erkennung des betreffenden Strukturverhältnisses die Tinktion mit Anilinroth. — 8) Man vergl. *Brücke*, Die Elementarorganismen S. 393 und *Leydig*, Vom Bau des thierischen Körpers S. 58. — 9) Dafür sprachen sich in neuerer Zeit aus *Schultze* a. a. O. und *Beale* (Struktur der einfachen Gewebe S. 122).

§ 105.

Nicht minder charakteristisch für das Knorpelgewebe ist die Theilung seiner Zellen (Fig. 163) oder, wie man sich hier auszudrücken pflegt, die endogene Zellenbildung. Auch dieser Vorgang wurde bereits (§ 55) geschildert, so dass auf das dort Bemerkte ebenfalls zu verweisen ist. Schon damals wurde erwähnt, dass noch nicht alle Phasen jener Theilung zur Zeit durch die Beobachtung festgestellt werden konnten. So harren namentlich — und vielleicht trägt ein sehr rascher Ablauf die Schuld — noch die Stufen 2, 3, 5 und 6 des thatsächlichen Nachweises [1].

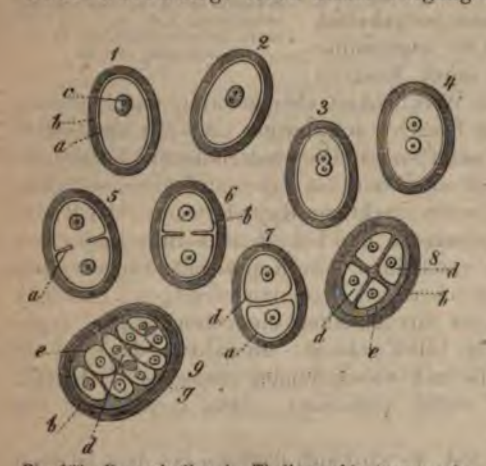


Fig. 163. Knorpelzellen im Theilungsakte (sogenannte endogene Zellenbildung). *a* Zellenkörper; *b* Kapseln; *c* Kern; *d* endogene Zellen; *e* nachträgliche Kapselbildungen an der Aussenfläche der letzteren; *g* äussere Lage der Kapsel, welche mit der Zwischensubstanz verschmilzt. Schematische Darstellung.

Wie wir früher sahen, können zwei (7), vier (8), aber auch ganze Generationen sogenannter Tochterzellen (9) im Innern der Kapsel liegen. In den Rippenknorpeln älterer Individuen hat man die schönste Gelegenheit, stellenweise solchen sehr vergrösserten, 0,113–0,226^{mm} erreichenden Knorpelkapseln oder sogenannten Mutterzellen zu begegnen, welche förmliche Schaaren von Tochterzellen umschliessen.

Jene Umwandlung zu Kapselschichten vermag sich an den getheilten oder Tochterzellen zu wiederholen (S. 9), und diese können, nachdem die Mutterkapsel mit der Grundmasse verschmolzen ist, frei in das Gewebe zu liegen kommen, um wahrscheinlicherweise denselben Theilungsprozess in späteren Tagen zu wiederholen. Der Knorpel wird somit reicher an Zellen und die endogene Vermehrung für das Gewebe von Wichtigkeit ausfallen müssen. In dieser Weise erklärt es sich, dass heranwachsende Knorpel, bei welchen keinerlei Neuzeugung von Zellen zu entdecken ist, allmählich eine immer grössere Zahl der Knorpelzellen erlangen [2]. Und in der That begegnet man bei der Durchmusterung von Knorpelgewebe häufig Zellen, welche noch dicht gegen einander gedrängt und an den Berührungsflächen abgeflacht erscheinen (Fig. 161), deren theilweise Abstammung in der eben angedeuteten Weise wenigstens höchst wahrscheinlich ist [3].

Im Uebrigen tritt gerade an manchen dem Untergange zutreibenden Knorpelmassen, wo ein regerer Wechsel des Gewebes sich wiederum einstellt, die Zellentheilung in ausgedehnter Weise auf. Es ist dieses namentlich der Fall, wenn beim Fötus auf Kosten und unter Erweichung des Knorpels Knochengewebe entsteht [4]. Man nahm früher an, dass aus den sogenannten Tochterzellen des Knorpels und ihren Abkömmlingen andere Gewebeelemente, den Lymphoidkörperchen verwandte Zellen (Knorpelmarkzellen), entstehen und zur Bildung weiterer Ge-

webe, wie des Knochen-, Fett- und Bindegewebes Veranlassung geben sollten. Wir kommen darauf später bei der Osteogenese zurück.

Anmerkung: 1) Man vergl. hierzu die Angaben *Heidenhain*'s a. a. O. — 2) So besitzt nach *Harting* (*Recherches micrométriques* p. 77) der Knorpel der zweiten Rippe beim neugeborenen Kinde 3—4 mal so viele Zellen als beim viermonatlichen Fötus. Aehnliche Ergebnisse gewann auch *J. Krieger* (*Disquisitiones histol. de cartilaginis evolutione. Regimonti* 1861. *Diss.*). — 3) *Heidenhain* a. a. O. Fig. 9. — 4) Wie man die Kapseln der Knorpelzellen in Abrede stellte, bemühte man sich auch, die Theilung jener gänzlich zu läugnen, indem hier Täuschungen, ein Durchschimmern von Zellen anderer Schichten u. s. w. oder eine Schmelzung der Grundsubstanz stattfinden sollte, vermöge deren benachbarte Zellen in neu entstandene Hohlräume frei hineingeriethen, und hier zusammengedrängt das Bild von Tochterzellen gewährten. Vergl. *Bruch*, *Brandt* (*Disquisitiones de ossificationis processu. Dorpati* 1852. *Diss.*), *Freund* (a. a. O. S. 16). Letzteres mag hier und da vorkommen, kann gewiss aber nicht als Regel gelten. Man wird übrigens dabei an eine Angabe *Harting*'s erinnert, wonach der von ihm durchmusterte Knorpel der zweiten Rippe beim erwachsenen Menschen nur die halbe Zahl der Zellen wie beim Neugeborenen besitzen soll. Auch *Krieger* berichtet von einer derartigen Abnahme.

§ 106.

Die Natur des Knorpels als eines sehr früh gebildeten und vielfach rasch alternden Gewebes bringt es mit sich, dass wir bei Untersuchung nicht allein des bejahrten oder reifen Körpers, ja schon theilweise in der Fötalperiode auf Umwandlungen unseres Gewebes stossen, welche bei einem selteneren Vorkommen in anderen Theilen als pathologische Ereignisse angesehen zu werden pflegen, hier aber dem Bereiche des normalen Geschehens grössten Theils anheimfallen, und desshalb noch eine Erörterung erfordern.

Jene Umänderungen, welche Zelle und Grundsubstanz in verschiedener Weise betreffen können, sind namentlich drei, die Fettinfiltration, die Verkalkung und die Erweichung. Sie befallen vorwiegend, aber nicht ausschliesslich, die hyaline Knorpelmasse.

Die Fetteinlagerung kann, so z. B. in menschlichen Rippenknorpeln (Fig. 164 *a*. *b*), schon beim Neugeborenen beginnen. Man bemerkt zuerst einzelne, sehr kleine Fetttröpfchen, welche entweder getrennt in dem Zellenkörper liegen, oder um den Nukleus herum sich gruppiren. Indem dieselben allmählich zahlreicher werden, fliessen sie zu grösseren Tropfen zusammen, welche entweder neben dem Kerne im Hohlraume der Zelle ordnungslos herumliegen, oder (was häufiger der Fall), den Kern so umhüllen, dass er selbst ohne Anwendung der Reagentien nicht zu bemerken ist. So konnte denn die Ansicht früherer Forscher entstehen, dass der Nukleus selbst in ein Fetttröpfchen umgewandelt sei. Bei hohen Graden des Prozesses vermag beinahe die ganze Zellenhöhle von einer einzigen grossen Fettkugel oder einem Haufen kleinerer Tröpfchen erfüllt zu werden.

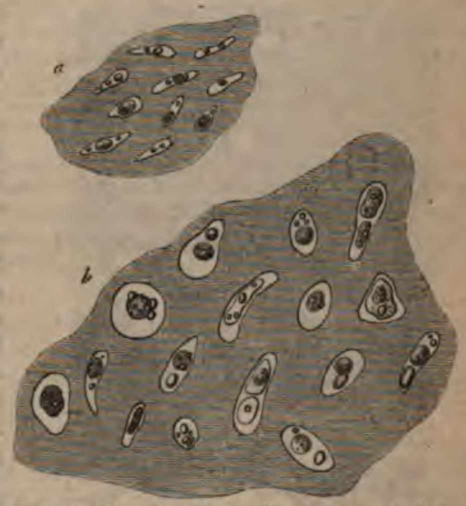


Fig. 164. Rippenknorpel des Neugeborenen im Querschnitte: *a* ein Stück des peripherischen Theils; *b* aus dem Innern.

Die Verkalkung des Knorpelgewebes ist wesentlich von der wahren Verknöcherung, d. h. der Bildung ächter, von eigenthümlichen Zellen durchzogener

Knochensubstanz verschieden, obgleich beiderlei Processe früher vielfach vermengt worden sind.



Fig. 165. Verkalkter Knorpel mehr schematisch gehalten. *a* Eine dickwandige Kapsel mit geschrumpftem Inhalte; *b* mit Tochterzellen; *c* mit sehr dicker Wand; *d* eine stark verkalkte; *e* eine verkalkende dünnkapselige Zelle; *f* ein Stückchen Knorpel mit Kalkmolekülen zwischen und um die Zellen; *g* ein solches, wo die Kalkkörner die Zelle mehr umgeben.

Gegenwärtig weiss man, dass der Knorpel fast niemals zu Knochengewebe wird, dass er vielmehr verkalkt an das Ende seiner Laufbahn gelangt ist, und nicht mehr wächst, oder sich sonst weiter bildet. In dieser Gestalt vermag er sich entweder noch kürzere oder längere Zeit, ja bei manchen niederen Geschöpfen das Leben hindurch [1]) zu erhalten, oder — was das häufigere Geschick — er erfährt eine baldige Auflösung, um der hereinbrechenden Neubildung des Knochengewebes Platz zu machen.

Es ist ein Verdienst von *Bruch* [2]), namentlich aber von *H. Müller* [3]), hier zuerst das Richtige ausgesprochen zu haben.

Die Knorpelverkalkung (Fig. 165) betrifft zuweilen mehr die Zellen (*a*—*e*), in der Regel die Grundmasse (*f*). Später zeigen sich allerdings beide Theile davon ergriffen, oder der Vorgang beschränkt sich auch dann noch wesentlich auf die Interzellularsubstanz.

Der Prozess besteht in einer Einbettung von entweder feinkörnigen oder, was seltener, gröberen Krümeln und Molekülen der Kalksalze. Das Gewebe wird hierdurch mehr und mehr undurchsichtig, zuletzt in höchstem Grade.

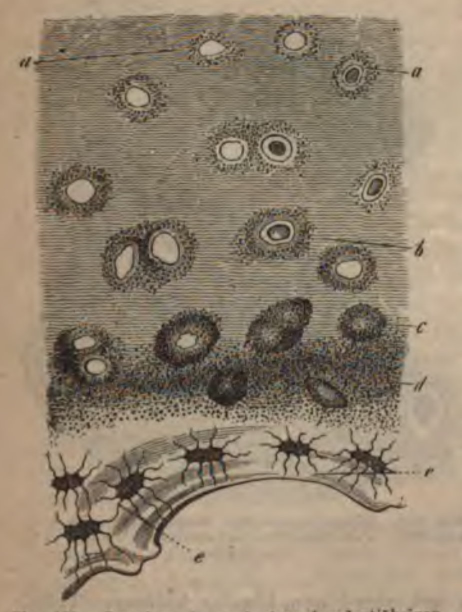


Fig. 166. Symphysenknorpel einer hundertjährigen Frau in der Verkalkung; *a* Knorpelzellen von Kalkmolekülen spärlicher umlagert; *b, c, d* stärkere Einlagerung in die Grundmasse und um die Zellen; *e* Knochengewebe.

Was die Knorpelzellen angeht, so können solche, welche eine Kapsel erkennen lassen, sowie andere, wo diese bereits zur scheinbar homogenen Grundsubstanz geworden ist, die Einbettung des Kalksalzes erfahren. Dünnkapselige Zellen zeigen die Kalkmoleküle entweder mehr an der Innenseite der Hülle oder auch vielleicht einmal selbst in der Zellenhöhle (*e*). Kommt eine stärkere Kapsel vor (*a. b. c*), so imprägnirt sich diese mit Kalksalzen, wobei die eigentliche Zelle gewöhnlich weich bleibt. Wenn sogenannte Tochterzellen vorhanden sind (*g* nach oben), so bemerkt man neben der Verkalkung der Mutterkapsel auch die sekundären Kapselschichten der ersteren häufig mit Kalksalzen erfüllt.

Erfolgt in regelmässiger Weise die Einlagerung in die Grundsubstanz, so finden sich namentlich anfangs die Kalkkörner gruppenweise um die Zellen

herum vor (Fig. 165 *g* nach unten und 166 *a*). Später nimmt ihre Menge auch in der übrigen Grundsubstanz mehr und mehr zu (Fig. 166 *b. c. d*), und zuletzt kann in letzterer Molekül an Molekül in dichtester Anhäufung auftreten (Fig. 165 *f*).

Die Verkalkung des Knorpelgewebes kommt einmal in grösster Ausdehnung in der embryonalen und frühesten Lebenszeit, bei der fälschlich sogenannten Verknöcherung des Knorpels vor. Der verkalkte Knorpel fällt hier baldiger Einschmelzung anheim.

Andererseits tritt am sogenannten permanenten Knorpel in späterer Lebensepoche nachträglich derselbe Vorgang als eine gewöhnliche Erscheinung auf; so in denjenigen der Rippen und des Kehlkopfs. Verkalkte Knorpelmassen der letzteren Art können stellenweise dieselbe Auflösung erfahren, und in den so entstandenen Lücken eine Neubildung von Knochengewebe darbieten; sie können aber auch, und dies bildet das häufigere Verhältniss, sich in ersterer Gestalt bis zum Ende des Lebens forterhalten.

Es sind nicht allein hyaline und streifige Knorpel, welche die Verkalkung erfahren. Sie tritt auch, obgleich viel seltener, am Netzknorpel ein[4]).

Die Erweichung der Knorpelmasse endlich, der letzte dieser Umwandlungsprozesse, befällt neben dem verkalkten auch das weiche, noch unveränderte Gewebe.

In letzterem tritt sie einmal mit grosser Verbreitung an den knorplig vorgebildeten Skeletstücken während der Fötalperiode und der frühesten Lebenszeit überhaupt auf, kommt aber ebenfalls im alternden permanenten Knorpel, wenngleich nicht als eine regelmässige Erscheinung, vor. Zuerst erfährt an einzelnen Stellen die Grundmasse des Knorpelgewebes eine gallertartige Erweichung, welche in weiterem Fortgange auch die hier gelegenen Kapselwände ergreift, so dass eine Höhlung sich bildet. Indem dieser Schmelzungsprozess weiter geht, können kanalartige Höhlen die Folge sein, welche sich entweder nach aussen gegen das Perichondrium zu öffnen vermögen oder, mit den gefässführenden Gängen einer benachbarten Knochenmasse in Verbindung treten, und bald selbst in ihrem Innern Blutgefässe erkennen lassen[5]). Als Ausfüllungsmasse dieser Knorpelkanäle gewahren wir die Knorpelmarkzellen (S. 178).

Ganz ähnlich im Uebrigen verhält sich auch der Einschmelzungsprozess eines vorher verkalkten Knorpelgewebes.

Anmerkung: 1) Es ist dieses der sogenannte Knorpelknochen (*H. Müller*). — 2) a. a. O. S. 54. — 3) Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 9, S. 147. Man vergl. auch *Baur*, die Entwicklung der Bindesubstanz. Tübingen 1858. — 4) Verkalkt fand in dieser Weise den Ohrknorpel des Hundes *H. Müller* (Würzb. naturw. Zeitschrift Bd. 1, S. 92). — 5) Ueber die Erweichung des Ohrknorpels s. man *L. Meyer* in *Virchow*'s Archiv Bd. 33, S. 457.

§ 107.

Was nun das Vorkommen der verschiedenen Varietäten des Knorpels betrifft, so zeigt uns der menschliche Körper Folgendes[1]):

Hyaline Knorpelsubstanz, welche allerdings vielfach von gewissen Zeiten an streckenweise faserig, erweicht und verkalkt getroffen wird, besitzen einmal beim Fötus die knorpligen Vorbildungen des Skelets, d. h. die sämmtlichen Theile der Wirbelsäule, des Brustkorbes (ohne Ausnahme der Clavicula), des Schulter- und Beckengürtels, der Extremitäten, sowie mancher Kopfknochen. Beim Erwachsenen erhält sich diese Beschaffenheit hyaliner Masse an den die Enden der überziehenden Gelenkknorpeln (mit einziger Ausnahme des Kiefergelenks), an den Knorpeln der Nase, den grösseren Knorpeln des Larynx (nämlich dem Schild- und Ringknorpel, aber nur theilweise an der *C. arythenoidea*), dann an den Halbringen der Trachea und Bronchien, ferner an den Rippenknorpeln, dem schwertförmigen

Fortsatze des Brustbeins. Endlich sehen wir bei Symphysen, ebenso den gleichwerthigen sogenannten *Ligamenta intervertebralia* eine den Knochen unmittelbar berührende dünne Schicht aus ächter Knorpelsubstanz mit homogener Grundmasse bestehen.

Aus der Menge derartiger Theile verdienen einige eine nähere Besprechung.

Die knorpligen Vorbildungen des Skelets zeigen ganz anfänglich dicht gedrängt neben einander stehende, kleine, rundliche, einfache Zellen mit bläschenförmigen Kernen in einer sparsamen, weicheren Grundmasse. Hat später ein derartiger Knorpel seine Reife erlangt, um der hereinbrechenden Knochenbildung zum Opfer zu fallen, so ist die Zwischensubstanz viel ansehnlicher geworden; die Zellen haben sich vergrössert, namentlich gegen die Grenze eingetretener Verkalkung und Ossifikation, ohne dass ihre Kapselschichten dick zu nennen sind, und der endogene Zellenbildungsprozess hat hier eine starke Vermehrung ihrer Zahl herbeigeführt. Diese entstandenen Tochterzellen sind, wie man sagt, frei geworden, indem die Mutterkapsel mit der Grundmasse (welche streifig, faserig oder homogen erscheint) verschmolzen ist. Sie liegen alsdann entweder, wie es beispielsweise im Mittelstück eines werdenden Röhrenknochen gegen die ossifizirten Stellen hin der Fall ist, in Längsreihen hinter einander, häufig queroval abgeplattet (sogenannte »Richtung« der Knorpelzellen), oder sie erscheinen in unregelmässigen Gruppen (Epiphysen, kurze Knochen). Dabei ist jetzt der Knorpel gefässführend.

Die Gelenkknorpel bilden dünne Ueberzüge der Gelenkenden der Knochen. Indem dieselben an ihrer Unterfläche fest mit dem Knochen verwachsen sind, stellen sie die der Verknöcherung nicht anheimfallenden Enden der ursprünglichen Knorpelanlage dar. Ihre oberflächlichen, in der Gelenkhöhle frei zu Tage liegenden Partieen zeigen uns kleine, 0,0113—0,0178^{mm} messende, aber stark abgeflachte Knorpelzellen, welche dicht neben und über einander liegen, so dass sie in senkrechten Sehnitten an ein geschichtetes Plattenepithelium erinnern können. Weiter abwärts, in die Tiefe hin, bemerkt man in wachsender Grundsubstanz die Zellen weiter auseinander gerückt. Sie verlieren hierbei jene flache Beschaffenheit, um höher und auch grösser zu werden, von 0,0156—0,0282^{mm} und mehr mit Kernen von 0,0065—0,0090^{mm}. Anfänglich liegen sie ohne Ordnung haufenweise neben und durcheinander, während sie noch mehr in der Tiefe, gegen den Knochen hin, in senkrecht auf dessen Oberfläche stehenden Längsreihen sich gruppiren. Den Beschluss machen endlich Lagen verkalkter Masse. In den grösseren Zellen des Gelenkknorpels sind Tochterzellen häufig, während Fett einen verhältnissmässig selteneren Inhalt bildet.

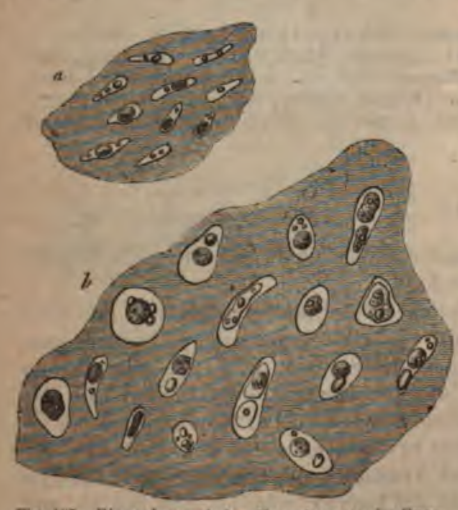


Fig. 167. Rippenknorpel des Neugeborenen im Querschnitte; *a* äusserer, dem Perichondrium angrenzender, *b* innerer Theil.

Die Rippenknorpel[2]) wurden vielfach von den Histologen als Vorbilder des Hyalinknorpels geschildert; allein bei ihren manchfachen Umänderungen nicht mit Recht. Beim neugebornen Kinde (Fig. 167) erscheinen in ganz homogener Grundsubstanz zunächst (*a*) der Aussenfläche konzentrisch liegende Lagen schmaler spaltförmiger Zellen mit zartem Umriss und bläschenförmigen Kernen von etwa 0,0056^{mm}. Die Länge dieser Zellen beträgt 0,0095—0,0150^{mm}. Ihr Inhalt ist

entweder vollkommen wasserhell oder höchstens ein oder ein paar sehr kleine Fetttröpfchen von $0,0018^{mm}$ und weniger führend. Mehr nach innen trifft man eine Menge meist schmalerer, ovaler, nierenförmiger, keilartiger Zellen, welche in allen Richtungen unregelmässig gegeneinander stehen. In den innersten Partieen des Rippenknorpels (*b*) begegnet man den grössten und breitesten Zellen, zum Theil von ovoider oder kugliger Gestalt und einem Ausmaasse von $0,0169-0,0282^{mm}$. Kapseln sind entweder gar nicht oder nur in Form dünner Höfe sichtbar, und man entdeckt höchstens einmal innerhalb letzterer zwei sogenannte Tochterzellen.

Untersucht man den gleichen Knorpel eines erwachsenen oder älteren Subjektes (Fig. 168), so bemerkt man, und zwar ursprünglich mehr in den inneren Theilen, einzelne weissgelbliche oder auch weisse Stellen von seide- und asbestähnlichem Glanze mitten in der mehr durchsichtigen gewöhnlichen Grundmasse (*a*). Bei mikroskopischer Untersuchung ist hier das Gewebe faserig (*c*), und zwar in sehr regelmässiger Weise geworden, indem steife, parallel nebeneinander laufende, in die benachbarte Grundmasse sich verlierende Faserzüge vorkommen, welche in Essigsäure nicht erblassen. Manche Lokalitäten der Intercellularsubstanz erscheinen körnig getrübt, andere rissig oder balkig zerklüftet (*b*).

Fig. 168. Rippenknorpel eines älteren Mannes im Querschnitte. Bei *a* homogene Grundsubstanz, welche bei *b* balkenförmig und bei *c* faserig zerfallen ist, mit den Knorpelzellen, die meistens stärkere Kapseln zeigen; bei *d* und *e* zwei grosse Mutterzellen mit zahlreichen Tochterzellen; bei *f* eine andere mit stark entwickelten Kapselschichten.

Am Querschnitte trifft man auch hier noch dicht unter der Oberfläche die schmalen, platten Knorpelzellen, und zwar in mehrfachen Lagen ohne dickere Kapseln und sogenannte Tochterzellen. Sie laufen in alter Weise mit ihren Längsaxen der Begrenzung des Knorpels parallel. Mehr nach der Tiefe hin bekommen die im Allgemeinen noch wenig breiten Zellen eine unregelmässige Stellung, um dann breiter und grösser zu werden, so dass man gegen das Zentrum hin auf Knorpelzellen von $0,0750-0,1150^{mm}$ und mehr stösst, wobei entweder die Stellung unregelmässig bleibt, oder eine mehr radienartige Gruppirung bemerkt wird. Tochterzellen finden sich hier schon zahlreicher (*d. e. f*).

Ganz ausserordentlich grosse Zellen jedoch von $0,1423-0,2256^{mm}$ kommen in den faserig gewordenen Stellen vor, von rundlicher, ovaler oder länglicher Form mit ganzen Schaaren endogener Zellen, mit 20, 25 bis 30 derselben; ja, wie *Donders* einmal sah, bis zu 60.

Kapselbildungen um die Knorpelzellen treten uns jetzt als ganz gewöhnliche Vorkommnisse in den mehr inneren Theilen des Rippenknorpels entgegen. Sie haben eine verschiedene, manchmal beträchtliche Breite (*f*), und erscheinen bald nach aussen deutlich abgegrenzt, bald in die Grundmasse sich verlierend. An an-

dern Knorpelzellen ist jenes Kapselsystem von der angrenzenden homogenen Grundmasse optisch nicht zu unterscheiden (*d*), oder in der Faserung untergegangen (*e*).

Auffallend ist noch die bedeutende Menge Fettes, welche durch die schon mit der Geburt beginnende Einlagerung allmählich sich angehäuft hat. In den Zellenkörpern findet man grössere und kleinere Fetttropfen, die namentlich häufig den Kern zusammenfliessend umhüllen, so dass an seiner Stelle scheinbar ein einziger Fetttropfen bemerkt wird.

Schmelzungsprozesse, Verkalkungen der Knorpelmasse, ebenso beginnende Knochenbildung sind in den Rippenknorpeln alter Menschen gewöhnliche Erscheinungen.

Was die hyalinen Knorpel des Larynx betrifft, so bemerkt man an den grösseren, nämlich dem Schild- und Ringknorpel, unterhalb des Perichondrium abermals Schichten kleiner, schmaler, abgeplatteter Zellen in homogener, nach der Stellung der Zellen zuweilen streifiger Grundsubstanz. Die inneren Lagen werden dann von grossen schönen Knorpelzellen mit verdickten Wänden, und Tochterzellen enthaltend, eingenommen. Bei älteren Körpern ist die Grundmasse balkig oder faserig und Fetteinlagerung in die Zellen auch hier eine gewöhnliche Erscheinung[3]. Zwischen beiderlei Partieen liegt dann eine dünne Lage grosser Zellen, deren Zwischensubstanz körnig getrübt erscheint (*Rheiner*). Verkalkten Stellen mit feinkörniger Kalkmasse begegnet man bei älteren Individuen ganz allgemein; ebenso kommt wahre Knochenmasse vor. Mit den beiden Knorpeln stimmen in ihrer Textur die knorpligen Halbringe der Trachea wesentlich überein.

Interessant aber, weil einen Uebergang zu den elastischen Knorpeln bildend, ist das Gefüge der *Cart. arythenoidea*, indem dieselbe einmal homogene und dann stellenweise eine von elastischen Fasern durchzogene Zwischensubstanz zeigt. Letztere ist im *Processus vocalis* (und zuweilen auf der Spitze) vorhanden.

Anmerkung: 1) Die einzelnen Knorpel bieten schon durch die Säugethierklasse manchfache Differenzen dar. Ueber das Komparativ-Anatomische ist auf *Leydig*'s Lehrbuch zu verweisen. — 2) Vergl. die Arbeiten von *Bruch*, *Freund*, *Koelliker*, *Donders* (Holländische Beiträge S. 260). — 3) Ganz enorme Fettmengen zeigen die Kehlkopfs- und Trachealknorpel mancher Säugethiere, so die der Maus und Ratte. Hier liegen die Zellen ungemein dicht neben einander, und indem ein grosser Fetttropfen ihren Hohlraum zu erfüllen pflegt, entsteht das Bild eines zierlichen Fettgewebes. Ueber die Kehlkopfknorpel vergl. man im Uebrigen die Arbeit von *Rheiner* (Beiträge zur Histologie des Kehlkopfs. Würzburg 1852. Diss.).

§ 108.

Die elastischen, Fasernetz- oder auch Netzknorpel[1]) (Fig. 169), welche sich durch eine mehr gelbliche Färbung und einen hohen Grad von Undurchsichtigkeit auszeichnen, gehen aus hyaliner Knorpelmasse des fötalen Körpers



Fig. 169. Netzknorpel aus der Ohrmuschel des Kalbes. *a* Zellen; *b* Interzellularsubstanz; *c* elastische Fasern der letzteren.



Fig. 170. Fasernetzknorpel der menschlichen Epiglottis.

hervor, so dass das Auftreten ihrer elastischen Faserung an die Bildung der chondringebenden Fasern hyaliner Knorpelmasse erinnert, aber als ein Vorgang be-

zeichnet werden muss, welcher der frühen Lebenszeit anheimfällt, während die Bildung der Chondrinfasern eine Erscheinung der späteren Periode ist. In der Grundmasse erhält sich häufig, besonders bei jungen Körpern, stellenweise die homogene Beschaffenheit, namentlich um einen Theil der Knorpelzellen herum. Die Fasern erscheinen bald dünn und fein, bald dunkel, unregelmässig gerändert und mit einem sehr verworrenen, filz- oder netzartigen Verlaufe. Wo die Faserung sehr ausgesprochen ist, können die Zellen in einem hohen Grade von jener verdeckt werden, wie z. B. in der Epiglottis (Fig. 170) und dem Ohrknorpel des Menschen. Ebenso ist die Menge der Interzellularsubstanz zu den Zellen einem bedeutenden Wechsel unterworfen, so dass die Zellen nur durch schmale Brücken derselben isolirt oder umgekehrt durch grössere Räume getrennt sein können [2]. Die Fasern selbst sind die der elastischen Formation und mit der charakteristischen Unveränderlichkeit gegen Reagentien. Sie entstehen aus einer unmittelbaren Umwandlung des homogenen Blastem ohne die Hülfe von Zellen, wie sich auch schon daraus ergibt, dass im Giessbeckenknorpel des Menschen die homogene Grundsubstanz unmittelbar in die faserige übergeht.

Die Zellen des Netzknorpels, in Grösse und Form sehr wechselnd, lassen sich leichter isoliren als beim hyalinen Gewebe. Sie liegen in der Regel ohne bestimmte Ordnung; doch findet man am Kehldeckel peripherisch kleine, schmale Zellen, ähnlich wie bei bleibenden Hyalinknorpeln. Die Zellen des Netzknorpels zeichnen sich oft durch weniger deutliche Kapseln und eine viel geringere Neigung zur Bildung von Tochterzellen aus. Die Kerne, entweder mehr glatt und dann mit Kernkörperchen versehen oder mehr granulirt, kommen desshalb in der Regel nur einfach, seltener zu zwei in einer Zelle vor. Fett in dem Zellenkörper oder um den Kern herum kann auch hier getroffen werden.

Man rechnet im menschlichen Organismus dahin mit einer durchaus festen netzartigen Zwischenmasse gewisse Knorpel des Respirationsapparates, nämlich die Epiglottis, die *Santorini*'schen und *Wrisberg*'schen Knorpelchen, die *Eustachi*'sche Röhre und den Ohrknorpel. Ferner zählen mit einem theilweise faserigen Blasteme noch dazu die *C. arythenoidea* und die Zwischenwirbelbänder.

Anmerkung: 1) Man vergl. die Arbeiten von *Henle*, *Koelliker*, *Bruch*, *Donders*, *Rahl-Rückhard* etc. Den neuesten schönen Aufsatz von *O. Hertwig* (Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 9, S. 80) konnten wir leider nicht mehr benutzen. — 2) So liegen im Ohrknorpel des Kaninchens die Zellen dicht nebeneinander, zeigen grosse Fetttropfen, und die hyaline Grundmasse ist wenig faserig.

§ 109.

Wir haben endlich als einer dritten Erscheinungsform unseres Gewebes noch der bindegewebigen oder, wie man sie weniger passend genannt hat, der Faserknorpel [1] zu gedenken (Fig. 171). Dieselben können als Hyalinknorpel aufgefasst werden, dessen reichliche Grundsubstanz in die Faserbündel des Bindegewebes zerfallen ist, oder als ein festes Bindegewebe, in dessen Lücken Knorpelzellen eingesprengt sind. In Wirklichkeit aber ist dieses Ding wohl gewöhnlich ein Gemenge des Knorpel- und Bindegewebes. Gleich dem Bindegewebe zeigen sie elastische Fasern, sowie die Zellen dieses Gewebes, die sogenannten Bindegewebekörperchen. Zwischen letzteren und manchen Knorpelzellen kommen Uebergänge vor, so dass der bindegewebige Knorpel, besonders da, wo er an Zellen sehr verarmt, ohne Grenze in gewöhnliches Bindegewebe sich verliert. Sein Verhältniss nach der anderen Seite hin, als eines



Fig. 171. Bindegewebige Knorpelmasse aus einem *Ligamentum intervertebrale* des Menschen; halbschematisch.

Knorpels mit bindegewebiger Grundsubstanz, tritt uns namentlich an den Zwischenwirbelbändern deutlich entgegen, wo neben Stellen mit hyaliner Substanz andere gefunden werden, deren Grundmasse undeutlich faserig ist, und letztere in evident bindegewebige Zwischensubstanz sich fortsetzt.

Die bindegewebigen Knorpel, welche besonders bei dem Aufbau von Gelenken benutzt werden, zeigen dem unbewaffneten Auge ein weisses, manchmal leicht in das Gelbliche tingirtes Ansehen, ein bald festeres, bald weicheres Gefüge, und sind etwas dehnbarer als gewöhnliche Knorpelmasse.

Bei mikroskopischer Untersuchung findet man statt der homogenen Grundmasse des Hyalinknorpels Bindegewebe, bald mit undeutlicherer, bald mit schärferer Faserbildung. Die Bündel pflegen sich entweder in allen Richtungen wirr zu durchkreuzen, oder es tritt ein bestimmter Verlauf uns entgegen; ihr optisches und chemisches Verhalten ist ganz das des gewöhnlichen Bindegewebes (s. unten). Was die Knorpelzellen angeht, so ist deren Menge im Allgemeinen eine geringe, vielfach sogar eine nur sehr unbedeutende, so dass sie aufgesucht sein wollen. Die Grösse der Zellen ist eine unbeträchtlichere, die ganze Beschaffenheit einfach, indem die Zellenbegrenzung zart und der Kern in der Regel nur einfach erscheint. Zellen mit zwei Kernen sind selten; solche mit Tochterzellen scheinen gar nicht vorzukommen. Ebenso ist die Fettinfiltration, jene bei anderen Formen des Knorpels so häufige Erscheinung, hier ein selteneres Vorkommniss. Die Lagerung der Zellen gestaltet sich verschieden. Entweder liegen sie ohne Ordnung vereinzelt oder auch in kleinen Gruppen zusammengedrängt, oder sie stehen reihenweise hintereinander. Letztere Anordnung fällt mit einem längslaufenden Bindegewebe zusammen.

Die bindegewebigen Knorpel besitzen Gefässe, aber nur in sehr geringer Anzahl. Ueber Nerven derselben weiss man zur Zeit noch nichts.

Es gehören hierher die Knorpel der Augenlider, von welchen der des oberen Lides noch zahlreichere Knorpelzellen enthält, während derjenige des unteren an solchen arm zu sein pflegt (*Gerlach*); ferner die *C. triticeae* des Larynx, die jedoch auch hyalinen Kapsel darstellen können (*Rheiner*); dann die *C. interarticulares*, sowie die sogenannten *Labra cartilaginea* gewisser Gelenke und die Sehnenknorpelchen, wie sie in manchen Sehnen eingebettet sind. Ueberhaupt bringt es der gemischte Charakter des bindegewebigen Knorpels mit sich, dass rein bindegewebige Theile stellenweise durch Einbettung von Knorpelzellen zu der betreffenden Varietät unseres Gewebes sich verwandeln können; so Endtheile von Sehnen, wo sie sich an Knochen setzen; ebenso manche Partieen von Sehnenscheiden (*Koelliker*).



Fig. 172. Die Wirbelsymphyse senkrecht durchschnitten (Schema). Bei a der Gallertkern; bei b der Faserring; c der knorplige Ueberzug des Wirbelkörpers und d das Periost.

Endlich erscheint bindegewebiger Knorpel, und zwar aus hyalinem kontinuirlich hervorgehend, in den Symphysen und sogenannten Halbgelenken, wie sie durch zentrale Verflüssigung ursprünglich solider Verbindungsmassen von Knochen entstehen [*Luschka* [2])].

Von diesen bedürfen die vielfach untersuchten Symphysen der Wirbelkörper, die sogenannten *Ligamenta intervertebralia*, über welche namentlich *Luschka* [3]) werthvolle Aufschlüsse gegeben hat, einer Besprechung.

Sie erscheinen (Fig. 172) als feste Verbindungsmassen der Wirbelkörper, indem sie (wenigstens in ihren peripherischen Theilen) kontinuirlich aus einer, die Knochenfläche bekleidenden Lage von Hyalinknorpel (*c*) hervorgehen, und bestehen äusserlich aus dem sogenannten Faserring (*b*), d. h. aus konzentrischen Lagen senkrecht und schief sich durchkreuzenden Fasergewebes, welches bald mehr den Charakter von einfachem Bindegewebe, bald mehr denjenigen eines elastischen und bindegewebigen Knorpels führt, und einem inneren Theile, der gallertartig

weich bleibt, und oftmals eine Höhlung enthält, dem sogenannten Gallertkern (a). (Letzterer wird beim Erwachsenen aus zottenförmigen Fortsätzen des peripherischen bindegewebigen Knorpels gebildet, welche dicht nebeneinander gedrängt liegen, und in der Mitte eine mit Gallertmasse erfüllte Höhle zwischen sich lassen.)



Fig. 173. Vertikalschnitt durch den letzten Brust- und ersten Lendenwirbel eines zehnwöchentlichen menschlichen Embryo. Wirbelkörper mit verkalktem Knorpelgewebe (a) und unverändertem (b), c dem sich entwickelnden Faserring, aus länglichen Zellen (?) bestehend und einer mit glashellen Zellen erfüllten Höhle bei d, welche zum Gallertkern des Neugeborenen wird.

Während im Greisenalter der Gallertkern durch zunehmende Festigkeit sich dem Faserring nähert, bietet er beim Fötus und Neugeborenen ganz andere interessante Texturverhältnisse dar.

Hier (Fig. 173), in der früheren Embryonalzeit, tritt die Herkunft des Gallertkerns in überraschender Weise hervor. Er entsteht nämlich aus der Wucherung von Resten eines ganz anfänglich vorhandenen fötalen Gebildes, der sogenannten Rückensaite oder *Chorda dorsalis* (*Luschka*). Diese [4]), welche bei den niedrigsten Wirbelthieren ganz oder theilweise das Leben hindurch persistirt, erscheint als zylindrischer, nach vorne abgerundeter, nach hinten zugespitzt auslaufender Stab, der von der Schädelbasis an der Stelle der Wirbelkörper bis zum hinteren Ende sich fortsetzt. Er besteht aus einem, dem Knorpel möglicherweise zuzuzählenden Gewebe sich dicht berührender glasheller Zellen, welches von einer homogenen Hülle umschlossen ist. Mit der Bildung der knorpligen Schädelbasis und der knorpligen Anlage der Wirbelkörper schwindet die *Chorda dorsalis* in dem grössten Theile ihrer Masse. In den Zwischenwirbelbändern jedoch erhält sich ein Hohlraum, gefüllt mit den charakteristischen Zellen der Rückensaite (d), welcher selbst in den Wirbelkörper noch hinein sich erstrecken kann [5]). So bemerkt man es bei zehnwöchentlichen Embryonen.



Fig. 174. Zellenabkömmlinge der *Chorda dorsalis* beim 5monatlichen Fötus und dem Neugeborenen. 1 Zellen des 5monatlichen Fötus. 2 Eine einfache Zelle des Neugeborenen. 3 Eine mit 3 Tochterzellen. 4 u. 5 Aus sehr vergrösserten Mutterzellen entstandene Körper mit gekernten Zellen und vielen glasartigen Eiweisstropfen.

Der Fötus im fünften Monat (Fig. 174) zeigt uns hier einmal noch ganz ähnliche Zellen mit einem einzigen bläschenförmigen Kerne. Ihr Ausmaass beträgt 0,0136—0,0180 mm. Von diesen (1. *a*) finden sich nun Uebergänge bis zu solchen von 0,0413 mm und mehr, in welchen man auf doppelte, vierfache und noch zahlreichere Kerne (*b*. *b*) oder dieselbe Anzahl endogener Zellen (*c*. *d*.) stösst. Daneben kommen aus dem weitergehenden Wachsthum solcher Mutterzellen grosse, bis 0,1128 mm messende Körper vor, von zäher glasartiger Beschaffenheit, theils noch mit erkenntlichen Tochterzellen, besonders aber höchst zahlreichen kugligen

glasartigen Tropfen einer umgewandelten eiweissartigen Substanz erfüllt. Beim Neugeborenen begegnet man denselben Körpern zum Theil mit derber Hülle (der verdickten Mutterkapsel), welche bis gegen 0,0226 mm Grösse erreichen können (4. 5). Andere kleinere dieser Körper (3) tragen noch deutlich den Charakter einer grossen Mutterzelle.

Diese gallertartigen Zellenansammlungen erhalten sich das erste Lebensjahr hindurch. Sie scheinen dann der gegen sie andrängenden zentralen Wucherung des Faserringes zum Opfer zu fallen.

Anmerkung: 1) Man vergl. die Werke von *Todd* und *Bowman*, *Gerlach* und *Koelliker*. — 2) S. dessen Arbeit: Die Halbgelenke des menschlichen Körpers. Berlin 1858. — 3) a. a. O. S. 25. Frühere Untersuchungen rühren von *Henle*, *Meyer*, *Donders* und *Koelliker* her. — 4) In Hinsicht der *Chorda dorsalis* vergl. man das *Koelliker*'sche Werk über Entwicklungsgeschichte S. 184. — 5) Auch in einigen Knochen, so in der Schädelbasis, dem Zahne des *Epistropheus* und im Kreuz- und Steissbein, erhalten sich, wie *H. Müller* (Würzburger Verhandlungen Bd. 8, S. XXI) fand, bis zur Geburt Reste der Chorda.

§ 110.

Die chemische Untersuchung des Knorpels [1]) hätte, entsprechend der Erscheinungsform des Gewebes, diesen Verschiedenheiten Rechnung zu tragen. Es würde zu ermitteln sein: *a*) aus welchen Substanzen die Knorpelzelle mit ihren einzelnen Theilen bestünde; *b*) welche Materien ihre Kapselsysteme und die sie verkittende Substanz herstellen; *c*) wie weit die jüngsten der Zelle unmittelbar angrenzenden Schichten von den älteren, welche die scheinbar ungeformte Zwischensubstanz bilden, verschieden sind; *d*) wie weit die Mischung der letzteren, je nachdem sie homogen geblieben oder körnig und faserig geworden, ebenso mit dem Erscheinen elastischer Fasern sich ändert. Sie würde *e*) die Veränderungen zu verfolgen haben, welche die Knorpelmischung bei den physiologischen Umwandlungen des Gewebes erleidet; endlich *f*) gehörte die den Knorpel durchtränkende Flüssigkeit in den Kreis der Untersuchung, um in ihr die Umsatzprodukte des Gewebes zu ermitteln. Leider genügt derartiger Anforderung gegenüber das gegenwärtige Wissen in keiner Weise.

Behandelt man Knorpel mikrochemisch, so erkennt man alsbald, dass sie wenigstens in ihrer Zwischensubstanz zu den nicht leicht veränderlichen Theilen gehören. Gegen kaltes Wasser ist der Knorpel mit Ausnahme des so leicht schrumpfenden Zellenkörpers (§ 104) unempfindlich. Aehnlich wirkt die Essigsäure, welche gleich anderen schwachen Säuren das Ganze nicht angreift. Selbst der Schwefelsäure, sowie starker Kalilösung, widerstehen die Knorpelzellen auffallend lange [*Donders* und *Mulder* [2])]; ebenso können durch Mazeration in Salzsäure dieselben isolirt erhalten werden [*Virchow* [3])]. Durch Zucker und Schwefelsäure färben sich die Zellen roth, während die Zwischensubstanz des hyalinen Knorpels gelbröthlich wird [*Schultze* [4])]. Gleich schwer löslich erscheinen im Allgemeinen auch die Kerne.

Anders verhält sich die Zwischensubstanz. Sie löst sich in Folge fortgesetzten Kochens in Wasser nach 12—48 Stunden auf, und ergibt Chondrin (S. 23), besteht also aus dem sogenannten Chondrigen. Interessant ist es, während dieses Prozesses das in der Auflösung begriffene Gewebe mikroskopisch zu untersuchen. Die Knorpelzellen überhaupt widerstehen auf das Härtnäckigste der Auflösung, sind also nicht aus Chondrigen oder sonstigen leimgebenden Substanzen geformt. Dass sie schliesslich sich lösen, ist kein Beweis des Gegentheils. Ebenso widerstehen etwaige, der Zelle unmittelbar angrenzende jüngste Kapselschichten dem kochenden Wasser länger als die übrige Grundsubstanz. Sie besitzen also, wenn sie auch chondringebend genannt werden müssen, jetzt noch nicht ganz dieselbe Mischung.

Die gleiche Differenz zeigen uns auch die Körnchen des Chondrinknorpels.

Die körnige Trübung der Grundsubstanz verschwindet nicht durch Aether oder Essigsäure, dagegen in warmer Kalilauge, ebenso beim Erwärmen mit verdünnter Salzsäure und Schwefelsäure. Durch das *Millon*'sche Reagens werden in der Hitze besonders diese Körnchen roth gefärbt [*Rheiner* [5])]. Die Fasern des hyalinen Knorpelgewebes ergeben, soweit die bisherigen Untersuchungen einen Schluss gestatten, wohl ebenfalls Chondrin.

Hiernach dürfen wir also den hyalinen Knorpel bezeichnen als ein Chondrigen-Gewebe mit Zellen einer anderen, noch nicht näher zu bezeichnenden Mischung.

Anmerkung: 1) Ueber die Knorpelmischung vergl. man *Schlossberger*'s Chemie der Gewebe. Abtheilung 1, S. 3; *Lehmann's* physiolog. Chemie Bd. 3, S. 35 und dessen Zoochemie S. 451, sowie *Hoppe* in *Erdmann's* Journal Bd. 56, S. 129, in *Virchow*'s Archiv Bd. 5, S. 170 und in *Luschka*, Anatomie des Menschen Bd. 2, Abth. 1, S. 102. Tübingen 1862; *Gorup*'s physiol. Chemie S. 586, sowie *Kühne*'s Lehrbuch S. 382. — 2) *Mulder*'s physiolog. Chemie S. 602. — 3) Würzburger Verhandlungen Bd. 2, S. 152. — 4) Annalen Bd. 71, S. 274. — 5) Beiträge zur Histologie des Kehlkopfs S. 7.

§ 111.

Was den elastischen oder Netzknorpel betrifft, so gewinnt man aus demselben, d. h. aus seinen Resten hyaliner Zwischensubstanz, nur nach sehr lange fortgesetztem Kochen eine geringe Menge von Chondrin. Die elastischen Fasern, deren Substanz aus einer Umwandlung des Chondrigen hervorgehen muss, zeigen hier wie anderwärts die charakteristische Schwerlöslichkeit. Erst nach mehrtägiger Behandlung mit Kali werden sie gallertartig, zerfallen in Körnchen und lösen sich bei Wasserzusatz auf. Ob die Zellen des Netzknorpels, wie man angegeben hat (und wie wir sehr bezweifeln), sich leichter lösen, als die des Hyalinknorpels, bedarf wohl noch genauerer Untersuchungen.

Was die bindegewebigen Knorpel betrifft, so ergibt ihre Grundsubstanz die Reaktionen des Bindegewebes, und wandelt sich durch Kochen ebenfalls um zu Leim. Dieser ist aber nicht mehr das Chondrin, sondern der gewöhnliche Leim des Bindegewebes, das Glutin [S. 22 [1])]. Am schwierigsten sollen sich die Bandscheiben des Kniegelenks auflösen.

Ueber die den Knorpel durchtränkende Flüssigkeit weiss man noch nichts [2]). Der so veränderliche Gehalt an Mineralstoffen, welchen der Knorpel darbietet, scheint auf eine wechselnde Mischung jener zu deuten. Als physiologische Umsatzprodukte des Knorpels dürfen Leucin, Glycin und Knorpelzucker vermuthet werden, wozu man § 31 und 33 sowie 22 zu vergleichen hat.

Der Wassergehalt des Knorpels wird zu 54—70% angenommen und das Fett, welches wohl von einer frühen Zeit an keinem knorpligen Theile ganz fehlt, schwankt natürlich sehr beträchtlich. Die vorhandenen Angaben geben 2—5% an. Welche Fettsubstanzen in dem Knorpelgewebe vorkommen, ist noch nicht ermittelt.

Es sind uns endlich noch die Mineralbestandtheile übrig geblieben. Diese werden ungemein verschieden angegeben, wobei allerdings unvollkommene Einäscherungsmethoden das ihrige beigetragen haben mögen. Es werden angeführt phosphorsaure Kalk- und Talkerde, Chlornatrium, kohlensaures Natron und schwefelsaure Alkalien [3]).

Als Beispiele des Gesammtgehaltes an Mineralbestandtheilen bei einem und demselben Geschöpfe mögen hier einige Bestimmungen stehen. *Schlossberger* [4]) fand bei einem alten Kaninchen im Nasenknorpel 3,51%, im Ohrenknorpel 2,30%, während die Rippenknorpel 22,80% Asche lieferten. *Hoppe* [5]) erhielt aus dem Rippenknorpel eines 22jährigen Selbstmörders 2,20% Asche, aus dem Kniegelenkknorpel 1,54.

Wie das Alter den Gehalt der anorganischen Bestandtheile eines und dessel-

ben Knorpels steigert, lehren Untersuchungen der Rippenknorpel des Menschen. Dieselben (mit Ausnahme der fünften Bestimmung alle von *Bibra* angestellt) ergaben:

Kind von 6 Monaten	2,24% Asche
Kind von 3 Jahren	3,00 ,,
Mädchen von 19 Jahren	7,29 ,,
Weib von 25 Jahren	3,92 ,,
Mann von 20 Jahren	3,40 ,,
Mann von 40 Jahren	6,10 ,,

Anmerkung: 1) Diejenigen Histologen, welche noch gegenwärtig von einer Verwandlung des Knorpels in Knochensubstanz reden, haben zum Theil die Frage behandelt, wie weit bei jenem Vorgange eine Umänderung des Chondrin in Glutin anzunehmen sei. Dieser Gegenstand hat gegenwärtig, nachdem die Arbeiten *H. Müller's* andere Ansichten zur Geltung brachten, seine Bedeutung ziemlich verloren. Die Angabe von *Schultze* (Annalen Bd. 71, S. 274), dass mit Kalilauge behandelter Knorpel bei nachherigem Kochen nicht mehr Chondrin, sondern Glutin liefere, hat sich bei Untersuchungen menschlicher Rippenknorpel im hiesigen Laboratorium nicht bestätigt. — 2) Ueber die Substanz des Gallertkerns der Zwischenwirbelbänder hat *Virchow* (Würzburger Verhandlungen Bd. 2, S. 283) einige Beobachtungen angestellt. Er erhielt ein ähnliches Verhalten wie bei dem Inhalte der Sehnenscheiden und Schleimbeutel. — 3) *von Bibra*, Chemische Untersuchungen über die Knochen und Zähne des Menschen und der Wirbelthiere. Schweinfurt 1844, S. 412. — 4) Chemie der Gewebe S. 37. — 5) Bei *Luschka* a. a. O.

§ 112.

Die Knorpel des erwachsenen Körpers müssen als der Rest eines in früher Embryonalzeit ungemein weit durch den Organismus verbreiteten Gewebes betrachtet werden, welches zum grössten Theile der Knochenbildung zum Opfer gefallen ist (§ 103). Die Knorpelsubstanz zeigt uns desshalb in vielen ihrer Gebilde eine bedeutende Vergänglichkeit. Aber auch diejenigen Knorpel, welche bis zu der Periode der Körperreife persistiren, zeichnen sich durch die Neigung aus, anatomische Umwandlungen zu erleiden, der Erweichung, Faserbildung, Verkalkung, ja selbst noch der Erzeugung von Knochengewebe anheimzufallen, also mit anderen Worten noch nachträglich Prozesse durchzumachen, welche bei den sogenannten transitorischen Knorpeln in einer frühen Bildungsepoche vorkamen (§ 106).

Im Uebrigen bietet das Knorpelgewebe, welches in der Regel gefässlos[1]) erscheint, gewiss nur einen geringeren Umsatz der Stoffe dar, dessen Richtung uns leider noch gänzlich verborgen ist. Die Ernährung des Gewebes geschieht in doppelter Art. Ein Theil der Knorpel wird von einer bindegewebigen Haut, dem Perichondrium, überzogen, dessen Gefässe die Ernährungsflüssigkeit liefern, wobei es ein eigenthümlicher Umstand bleibt, dass gerade im Innern des Knorpels das Gewebe am ausgebildetsten erscheint, also an der von den Blutgefässen entferntesten Stelle. Ob und wie weit im Uebrigen der Knorpel durch vom Perichondrium erfolgende Neubildung heranwachsen kann, ist noch nicht ermittelt. Andere Knorpel, welche die Gelenkenden des Knochens überkleiden, entbehren des Perichondrium, und erhalten ihr Ernährungsmaterial von den Blutgefässen der zunächst angrenzenden Knochenpartie.

Somit liegen uns im Knorpel Aggregate einfacher Zellen vor, bei welchen nur die massenhafte Zwischensubstanz eine Eigenthümlichkeit wesentlicher Art begründet, wie denn auch von ihr die physikalischen Eigenschaften des Gewebes, seine Härte, Festigkeit, Biegsamkeit abhängen. Durch die letzteren kommt nun auch der Knorpel für den Organismus vorzüglich in Betracht, indem er einmal anderen Theilen zur Stütze dient, die Wände häutiger Kanäle erhärtet u. a. mehr, ebenso als Knochenüberzug harte und zugleich glatte, der Abnutzung wenig unterworfene Lagen für die Gelenke herstellt, endlich als eine sehr feste Vereinigungsmasse von Knochen erscheint.

Obgleich gefässlos vermag der Knorpel bei entzündlichen Reizungszuständen ähnliche Umänderungen des Gewebes zu erfahren, wie andere gefässführende Theile des Körpers. Energische Zellentheilungen, Vergrösserungen der Kapseln, Fetteinbettungen in den Zellenkörper werden bemerkt. Die Interzellularsubstanz zersplittert in Balken und Fasern, oder erweicht. Auch Verkalkungen und Umwandlung des Ganzen in eine mehr bindegewebige Masse können vorkommen [*Redfern*, *Virchow*[2])]. Es handelt sich also vielfach um Wiederholung jener Prozesse, welche namentlich § 106 geschildert hat.

Die Substanz der Knorpel regenerirt sich dagegen nicht, indem nur bindegewebige Narbenmasse zwei getrennte Knorpelstücke vereinigen kann. Eine akzidentelle Neubildung von Knorpelgewebe ist keine seltene Erscheinung. Einmal bildet sich ein solches wuchernd vom vorhandenen Knorpel aus (Ekchondrose), oder eine Knorpelgeschwulst entsteht an Stellen, wo kein Knorpel hingehört, so in Knochen, Drüsen (Enchondrom). In letzterem (und nicht selten in der gleichen Geschwulst) begegnet man den verschiedenen Erscheinungsformen des Knorpelgewebes nach Zellen und Zwischenmasse; Inseln der Knorpelsubstanz sind durch bindegewebige Fasermassen geschieden[3]).

Es sind uns noch das erste Auftreten des Knorpels beim Embryo, sowie die sich zunächst anreihenden Veränderungen übrig geblieben. Ueber diesen Gegenstand haben wir werthvolle Untersuchungen durch *Schwann*[4]), *Koelliker*[5]), *Bruch*[6]), *Heidenhain*[7]) u. A. erhalten.

Die histologische Ausbildung des Knorpels findet in einer sehr frühen Zeit des fötalen Lebens statt, was sich durch die ursprüngliche Einfachheit des Gewebes und seine Aehnlichkeit mit den ersten zelligen Anlagen der Organe und Körpertheile (den Embryonalzellen) überhaupt erklären dürfte. Die ersten anatomischen Anlagen der Knorpel, d. h. der transitorischen, zeigen anfänglich ein weisses, trübes Ansehen, ohne in der Textur von der Nachbarschaft abzuweichen. Sehr bald aber beginnt die charakteristische Struktur sich hervorzubilden.

Anfänglich liegen diese ersten Knorpelzellen ganz dicht gedrängt beisammen, so dass von einer Zwischensubstanz noch kaum die Rede ist. Bald tritt die Interzellularmasse etwas deutlicher hervor.

So fand *Koelliker* bei Schafembryonen von 6—7‴ Länge die Knorpelzellen 0,0135—0,0226mm messend und die Zwischensubstanz noch sehr spärlich. Auch bei grösseren Embryonen, wie denen des Schweins von 2 Zoll und mehr, ist die Grundmasse immer noch bedeutend den Zellen nachstehend, in welchen letzteren schon die Tochterzellenbildung zu erwachen beginnt. Fig. 175 kann uns davon eine Vorstellung gewähren. Bei Embryonen desselben Thieres von $3^1/_2$ Zoll Länge beträgt die Interzellularsubstanz nach *Schwann* nur etwa ein Viertel des Gesammtvolum. Hierbei ist der ganze Knorpel noch so weich, dass die Zellen bei schwachem Drucke auseinander fahren und frei in der umgebenden Flüssigkeit umhertreiben. Später nimmt vor Allem die Menge der Interzellularmasse mehr und mehr zu; ebenso vergrössern sich die Zellen und die endogene Vermehrung gewinnt allmählich in diesem und jenem Knorpel eine grössere Ausdehnung.


Fig. 175. Knorpelzellen aus dem Wirbelkörper eines Schweinefötus von 2″ Länge.

Bei dem Wachsthume eines Knorpels steigt aber auch die Zahl der Zellen[8]) durch Theilung der vorhandenen. Stärkere, optisch verschiedene Kapseln scheinen beim Säugethierknorpel erst in einer späteren Bildungsperiode vorzukommen, wie denn auch Fetteinlagerungen höchstens an manchen Knorpeln neugeborner Kinder in ihren Anfängen zu finden sind (vergl. Fig. 167). Noch später erscheint die Streifenbildung und das Auftreten der Chondrinfaserung.

Interessant ist eine zuerst von *Schwann*[9]) gemachte und später von Hoppe[10])

bestätigte Angabe, dass die Grundmasse des fötalen Knorpels anfänglich nicht aus chondringebender oder überhaupt zu Leim erstarrender Masse besteht.

Die bisherigen Angaben betreffen zunächst den hyalinen oder Chondrinknorpel. Hiermit ist aber zugleich die erste Erscheinungsform der Netz- und wohl auch der bindegewebigen Knorpel gegeben. Auch sie bestehen anfänglich in der Embryonalzeit aus homogener Grundmasse. Die Umwandlung der Fasern erfolgt bald früher, bald später und geht zum Theil nach der Geburt noch vor sich[11].

Anmerkung: 1) Der Nasenscheidewandknorpel des Ochsen und Schweins führt nach *Koelliker* (Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 2, S. 280) zahlreiche Blutgefässe, ferner beim Kalbe Nerven, welche beide aus dem Perichondrium abstammen. Bekanntlich sind später transitorische Knorpel gefässführend; ebenso können es permanente Knorpel werden, wenn sie nachträglicher Knochenbildung anheimfallen. — Ueber die Gefässe der bindegewebigen vergl. man § 109. — 2) Die Untersuchungen *Redfern*'s (*Monthly Journal of medical Science. Edinburgh* 1849—50) sind mir nicht im Original bekannt. Man s. *Virchow* in s. Archiv Bd. 4, S. 289. Interessant ist eine Beobachtung von *W. Reitz* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 57, Abth. 2, S. 8). In das Blut eingespritzte Zinnoberkörnchen gehen in die Zellen des entzündlich gereizten Knorpels über. — 3) Vergl. *Virchow*, die krankhaften Geschwülste Bd. 1, S. 435. Die nachträglichen Umwandlungen des Enchondromknorpels sind vielfach die physiologischen des Knorpelgewebes (§ 106). — 4) a. a. O. S. 114. — 5) Mikroskopische Anatomie Bd. 2, Abth. 1, S. 350. — 6) a. a. O. S. 10. — 7) a. a. O. — 8) Hierüber hat *Harting* (*Recherches micrométriques p.* 77) genaue Untersuchungen angestellt. An dem zweiten Rippenknorpel kommen, wie schon bemerkt wurde, beim Neugeborenen 3—4mal so viel Zellen als beim 4monatlichen Fötus vor. Die Zellen nehmen sowohl während der Embryonalzeit als nach der Geburt an Grösse zu, indem sie beim Neugeborenen etwa 4mal so gross als beim Embryo ausfallen und beim Erwachsenen 8—12mal grösser als zur Zeit der Geburt erscheinen. Beim Fötus ist das Volumen der Zellen und Zwischenmasse ungefähr das gleiche, während beim Kinde und Erwachsenen die Grundsubstanz im Verhältniss zu den Zellen das Doppelte erreicht hat. Man vergl. hierzu auch noch *Krieger* a. a. O. — 9) a. a. O. S. 31. — 10) *Virchow*'s Archiv Bd. 5, S. 182. — 11) *Donders* in den holländischen Beiträgen S. 264 und *Bruch* a. a. O. S. 20 u. 85.

6 und 7. Gallertgewebe und retikuläre Bindesubstanz.

§ 113.

Mit dem Namen des Gallert- oder Schleimgewebes und der retikulären Bindesubstanz[1]) vereinigen wir als eine zweite wiederum manchem Wechsel unterliegende Reihe von Geweben der Bindesubstanzgruppe. Indessen es besitzt diese unsere Zusammenstellung nur einen provisorischen Werth, da es erst genaueren histogenetischen Untersuchungen vorbehalten bleiben muss, in der Zukunft darzuthun, ob die Entwicklungsweisen der verschiedenen hier zusammengestellten Gewebeformen unsere Vereinigung bestätigen oder modifiziren werden.



Fig. 176. Gallertgewebe mit rundlichen Zellen aus dem Glaskörper eines menschlichen Embryo.

Gallertgewebe sowie retikuläre Bindesubstanz scheinen auf den ersten Blick durch die weiteste Kluft vom Knorpel getrennt. Während in letzterem ein Gewebe rundlicher Zellen, zusammengehalten durch eine feste leimliefernde Zwischensubstanz, vorliegt, ist das Bild der uns jetzt beschäftigenden Gewebe ein völlig anderes. Sie alle erscheinen mehr oder weniger weich, zum Theil gallertartig gequollen, in seltenen Fällen sogar zum Flüssigen verwässert. Nur ausnahmsweise hat die Zelle die ursprüngliche sphäroide Form bewahrt (Fig. 176); in der Regel ist sie in bezeichnender Weise strahlen- und sternförmig gestaltet und mit andern durch einfache oder verzweigte Ausläufer zu einem Zellennetze verschmolzen (Fig. 177 u. 178).

Das in solcher Weise eingegrenzte Maschensystem variirt, abgesehen von seinen Durchmessern, auch in seinem Inhalte sehr bedeutend.

Bei einer Reihe hierher zu zählender Gewebeformen erfüllt das von den Zellen hergestellte Lückenwerk eine formlose, wasserreiche, Mucin oder einen verwandten Körper haltige Gallerte: dann spricht man von Gallert- oder Schleimgewebe[2] (Fig. 177).

Eine zweite, ausgedehntere Gruppe zeigt uns jene Hohlräume, statt von einer Gallerte eingenommen, vielmehr erfüllt durch eine Unzahl kleiner granulirter Zellen, welche vollkommen mit den Elementen der Lymphe übereinkommen. Wir erhalten so die verbreitetste Erscheinungsform der retikulären Bindesubstanz (Fig. 178). Sie ist von *Koelliker* als cytogene Bindesubstanz[3]), von *His* als adenoide Substanz[4]) bezeichnet worden.



Fig. 177. Gallertgewebe mit sternförmigen Zellen aus dem Schmelzorgan eines menschlichen Embryo.

Fig. 178. Retikuläre Bindesubstanz mit Lymphoidzellen aus dem *Peyer*'schen Follikel des erwachsenen Kaninchens. *a* Haargefässe; *b* Netzgerüste; *c* Lymphoidzellen (die meisten durch Auspinseln entfernt).

Eine dritte Reihe, unserer Ansicht nach hierher zu zählender bindegewebiger Massen beherbergt in einem meistens weit engmaschigeren und feineren Zellennetzwerk einen anderen geformten Inhalt, in der Regel nervöse Formelemente (Fig. 179) oder auch (obgleich viel seltener) Fettmassen. Sie mag vorläufig den Namen der nervösen Stützsubstanz tragen, und muss als die zur Zeit noch am wenigsten erforschte Erscheinungsform bezeichnet werden.



Fig. 179. Stützsubstanz aus dem Hinterstrang des menschlichen Rückenmarks.

Der bindegewebige Charakter der meisten hier aufgezählten Gewebe verläugnet sich indessen nicht. Einmal sehen wir vielfach, sei es im Laufe einer physiologischen Entwicklungsreihe, sei es als pathologisches Vorkommniss, manche unserer Gewebe, das Gallertgewebe wie die retikuläre Bindesubstanz, in gewöhnliches Bindegewebe sich umwandeln, indem die Zellennetze Ueberzüge der Bindegewebefibrillen gewinnen, wobei die gallertige Zwischensubstanz oder die lymphoiden

Zellen abnehmen und schliesslich verschwinden. Dann erkennen wir auch jene andere, schon § 101 erwähnte Substitution bei verschiedenen Thiergruppen. So ist z. B. die retikuläre Bindesubstanz eines Organs gewisser Geschöpfe durch gewöhnliches fibrilläres Bindegewebe bei andern Thieren vertreten u. A. mehr. Endlich dürften mit ihren Zellenabkömmlingen die übrigen Gewebegruppen der so umfangreichen Bindesubstanz alle mehr oder weniger im Stande sein, Gallert- und retikuläres Bindegewebe zu produziren.

Anmerkung: 1) Man vergl hierzu *Koelliker* in der Würzburger naturw. Zeitschr. Bd. 2, S. 150 und dessen Gewebelehre 5. Aufl., S. 63; *Virchow* in der Cellularpathologie, 4. Aufl., S. 40 u. 74 und dessen Werk, die krankhaften Geschwülste, Bd. 1, S. 396. Auch hier, wie beim Bindegewebe überhaupt, ist das vergleichend-histologische Studium vom allergrössten Werthe. Zur ersten Orientirung verweisen wir auf das *Koelliker*'sche Handbuch, sowie auf *Leydig*, Vom Bau des thierischen Körpers, S. 45. — 2) *Virchow* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 2, S. 150 u. 314. — 3) Gewebelehre S. 63. — 4) Zeitschr. für wissensch. Zoologie Bd. 11, S. 423.

§ 114.

Schon im vorhergehenden § erfuhren wir, dass man unter Gallert- oder Schleimgewebe zellige Gewebe versteht, welche charakterisirt sind durch eine homogene, sehr weiche und wässerige, Mucin oder einen verwandten Stoff enthaltende Zwischensubstanz, und hierdurch von dem leimgebenden Knorpel und dem eigentlichen Bindegewebe sich unterscheiden. Die Menge dieser Zwischenmasse ist im Allgemeinen eine beträchtliche, so dass von ihr die ganze physikalische Beschaffenheit des Gewebes bestimmt wird, also in dieser Hinsicht Knorpel- und Gallertgewebe sich gleich verhalten, soweit sie sonst auch durch ihre Konsistenz sich immerhin von einander entfernen.

In derartiger weicher Interzellularsubstanz erscheinen die Zellen ursprünglich in kugliger Gestalt, so dass sie, in ganz homogener Masse eingebettet, als einfachste Form des Gallertgewebes aufgefasst werden müssen, eine Erscheinungsweise, welche aber nur höchst selten eine bleibende und in der Regel einer weiteren Umänderung Platz zu machen bestimmt ist. Bei letzterer verwandeln sich die Zellen in spindel- und sternförmige, zur Verschmelzung strebende Gebilde, und an der Interzellularmasse beginnt manchfach eine Streifung und Faserung zu erscheinen.

Im Allgemeinen ist das Gallertgewebe eine auf niederer Stufe stehende Erscheinungsform der Bindegewebegruppe — und so stellt es für den normalen Zustand unseres Körpers vergängliche, embryonale Massen dar, welche in dieser Form die Zeit der Körperreife nicht erreichen, so dass nur fötale Gewebe hier vorliegen. Die Zellen können ferner, auf einfachster Stufe stehend, von der Masse der Zwischensubstanz erdrückt, dem Untergang verfallen, so dass nur die letztere übrig bleibt. Häufiger finden wir aber anderes Gallertgewebe einer späteren Umwandlung aufsteigender Art unterliegend; es geht in gewöhnliches weiches Bindegewebe über. Die Grenzen gegen das letztere lassen sich somit nicht scharf ziehen [1]).

Die Theile des menschlichen Leibes, welche nach dem heutigen Zustande des Wissens zum Gallertgewebe gerechnet werden können, sind folgende: das Glaskörpergewebe des Auges, die sogenannte *Wharton*'sche Sulze des Nabelstrangs in früher Zeit, gewisse Ausfüllungsmassen im Innern des sich bildenden Gehörorgans, das Schmelzorgan der entstehenden Zähne und das weiche, noch nicht kollagene, formlose Bindegewebe der Embryonalperiode. Bei Thieren ist das Gallertgewebe häufiger ein bleibendes. So bildet es bei Vögeln den *Sinus rhomboidalis* des Rückenmarks, bei Fischen formlose Bindesubstanz. Bei niederen Thieren scheint es weit verbreitet. Die Körpermasse der Akalephen [*Virchow* [2]) und *Schultze* [3])] besteht *unter Anderm aus ihm.*

Während im reifen Körper das Gallertgewebe mit Ausnahme eines Restes, des Glaskörpers, verschwunden ist, kann es unter abnormen Verhältnissen auf's Neue sich wieder einstellen, indem es aus einem andern Gliede der Bindesubstanzgruppe sich hervorbildet; so aus Fettgewebe bei Abmagerungszuständen [4]. Geschwülste des Gallertgewebes stellen die Myxome [*Virchow* [5]] her.

Anmerkung: 1) Gewisse Histologen ziehen desshalb das Gallertgewebe ohne Weiteres zum fötalen Bindegewebe. — 2) Dessen Archiv Bd. 7, S. 558. — 3) *Müller's* Archiv 1856, S. 311. Das Gallertgewebe der Akalephen gibt übrigens weder Mucin noch Leim. Das Vergleichend-Anatomische bei *Leydig* a. a. O. S. 23. — 4) *Virchow* in seinem Archiv Bd. 16, S. 15. — 5) Vergl. dessen Werk: Die krankhaften Geschwülste Bd. 1, S. 396.

§ 115.

Als einfachste Erscheinungsform des Gallertgewebes finden wir bei Embryonen und ganz jungen Geschöpfen den Glaskörper, *Corpus vitreum*, des Auges [1].

Die Oberfläche desselben ist anfänglich von einem Gefässnetze bedeckt, welches aber sehr frühzeitig obliterirt. Untersucht man bei einem Fötus, etwa am Ende des vierten Monats, so zeigt sich das Gewebe (Fig. 180) bestehend aus einer vollkommen farblosen, ganz homogenen und etwas zähflüssigen, reichlichen Grundsubstanz, welche durch Zusatz der Essigsäure streifig wird, und aus ziemlich sparsamen, in einigermaassen gleichmässigeren Zwischenräumen eingelagerten Zellen. Diese sind kuglig oder dem Kugligen sich annähernd, können aber bei ihrer weichen Beschaffenheit und der etwas zähflüssigen Grundmasse verzerrt andere Gestalten annehmen. Sie erinnern an vergrösserte Lymphoidzellen etc., und erscheinen granulirt, bald mit feineren, bald mit gröberen Körnchen; aber in nur mässiger Menge und desshalb nicht stark getrübt. Die Hülle leistet schwacher Essigsäure einen gewissen Widerstand, und der Kern zeigt sich mehr körnig, aber mit deutlichem Nukleolus. Man begegnet runden, ovalen, nierenförmigen und gedoppelten Kernen, welche stets besondere Kernkörperchen führen, so dass eine Zellentheilung vorliegen dürfte. Die Grösse unserer Zellen beträgt 0,0104, 0,0156—0,0182 mm, während einfache Kerne ein mittleres Ausmaass von 0,0052 mm besitzen.



Fig. 180. Glaskörpergewebe eines menschlichen Embryo von 4 Monaten.

Spindelförmige und sternförmige Zellen gehen dem eigentlichen *Corpus vitreum*, wie es scheint, zwar nicht gänzlich ab, finden sich aber namentlich an der *Membrana hyaloidea* mit der Bildung dortiger Gefässe zusammenfallend, wie *Koelliker* richtig angibt.

Ganz ebenso verhält sich der Glaskörper des Neugeborenen, während nach der gewöhnlichen Annahme schon im frühen Kindesalter die Zellen dem Untergange anheimfallen sollen, so dass beim reiferen Menschen allein die Zwischensubstanz das *Corpus vitreum* ausmacht [2], eine Ansicht, welcher *O. Weber* [3] entgegentrat. Nach diesem Forscher sollten nämlich in der Gallerte überall Zellen sich erhalten, sparsamer allerdings in den inneren Theilen als an der Peripherie.

Der Glaskörper wurde in chemischer Hinsicht von *Berzelius*, *Lohmeyer* und *Virchow* untersucht [4]. Das *Corpus vitreum* enthält über 98,5% Wasser und unter den festen Bestandtheilen einen Ueberschuss der anorganischen, welche hauptsächlich von Kochsalz gebildet werden. Unter den organischen Stoffen ist Eiweiss nur in Spuren vorhanden, während eine dem Schleim sich anschliessende Substanz nach *Virchow* hier vorkommt, welche die flüssige gallertige Beschaffenheit

des Gebildes bedingt, so dass das *Corpus vitreum* ein in grosser Menge salzhaltigen Wassers aufgequollenes Mucin darstellte. — Zur näheren Orientirung lassen wir die Analyse *Lohmeyer*'s folgen.

1000 Theile Glaskörper enthalten:

Bestandtheil	Menge
Wasser	986,400
Häute	0,210
Natronalalbuminat (und Mucin?)	1,360
Fett	0,016
Extraktivstoffe	3,208
Chlornatrium	7,757
Chlorkalium	0,605
Schwefelsaures Kali	0,148
Phosphorsaurer Kalk	0,101
Phosphorsaure Magnesia	0,032
Phosphorsaures Eisenoxyd	0,026
Kalkerde	0,133

Nach Mucin wurde nicht geforscht. Harnstoff fanden *Millon*[5]) und *Wöhler*[6]), nicht aber *Lohmeyer*.

Der Glaskörper ist das hinterste der brechenden Medien des Auges. Sein Brechungsindex beträgt, den des Wassers zu 1,3358 gesetzt, beim Menschen 1,3500 [*Krause*[7])]. Er regenerirt sich nicht.

Anmerkung: 1) *Koelliker*, Mikrosk. Anat. Bd 2, Abth. 2, S. 713; *Bowman*, *Lectures on the parts etc. of the eye. London* 1849, *p.* 100; *Virchow* in s. Archiv Bd. 4, S. 468 und Bd. 5, S. 278, sowie Würzburger Verhandlungen Bd. 2, S. 317; *Doncan, De corporis vitrei structura. Utrecht* 1854 u. in *Nederl. Lancet* 1853—54, *p.* 625; *Finkbeiner* in *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift Bd. 6, S. 330; *O. Weber* in *Virchow*'s Archiv Bd. 16, S. 410 und Bd 19, S. 367; *A. Iwanoff* im Archiv für Ophthalmologie, Bd. 11, Abth. 1, S. 155, sowie den neueren Aufsatz des zuletzt genannten Forschers in *Stricker*'s Handbuch S. 1071. — 2) Diese Meinung war früher die allgemein verbreitete und von allen Forschern unbedenklich festgehaltene. — 3) a. a. O. Hiermit sind allerdings die pathologischen, namentlich entzündlichen Veränderungen des Organs in Einklang. — 4) *Schlossberger*'s Gewebechemie 1. Abth., S. 300; *Berzelius*' Thierchemie 1831, S. 431; *Lohmeyer* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift, N. F., Bd. 5, S. 56; *Virchow* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 2, S. 317; *Gorup*'s physiol. Chemie S. 381. — 5) *Comptes rendus Tome* 26, *p.* 121. — 6) Annalen Bd. 66, S. 128. 7) *Krause*, Die Brechungsindices der durchsichtigen Medien des menschlichen Auges. Hannover 1855, S. 28.

§ 116.

Daran reiht sich das Gallertgewebe in höherer Entwicklung, wie wir es, abgesehen von Geweben der Eihäute, besonders im Schmelzorgan, der *Wharton*'schen Sulze des Nabelstrangs und als embryonales formloses Bindegewebe bemerken.

Hier finden sich überall in einer wasserklaren, gallertartigen Substanz spindel- und sternförmige Zellen, welche man schon seit den Tagen *Schwann*'s[1]) kennt. Mit ihren Ausläufern stellen sie ein Zellennetz her, was anfangs gedrängt liegt, später weit auseinander rückt, und um welches herum ein Theil der verdichteten Zwischensubstanz sich anlagert. Wir begegnen somit einem netzförmigen Balkenwerk, in dessen Innerm die Zellennetze verlaufen. Die Maschen umschliessen eine weichere, gallertartige Masse, in der man einzelne unveränderte Bildungszellen gewahren kann.

Die Masse, welche die umhüllenden Balken bildet, beginnt frühzeitig Längsstreifen zu zeigen, die allmählig deutlicher hervortreten, eine faserige Natur gewinnen, und zu gewöhnlichen Bindegewebsfibrillen sich verwandeln. Auch sogenannte elastische Fasern entstehen durch die Umwandlung jener Substanz (s. unten beim Bindegewebe). Die Zellen nehmen vielfach längere, schmälere Gestalten an

Verläuft die Umwandlungsreihe bis zu ihrem Ende, was aber keineswegs immer der Fall ist, so erhalten wir sogenanntes formloses Bindegewebe.

Nach diesen allgemeinen Erörterungen unterwerfen wir das Schmelzorgan und den Nabelstrang einer näheren Untersuchung. Das erstere [2]) bedeckt in der Fötalperiode und den ersten Zeiten des Lebens den Keim des entstehenden Zahnes.

Sein Gewebe (Fig. 181) besteht aus zierlichen, sternförmigen Zellen mit deutlichen Kernen. Beim Embryo von 4 Monaten sind letztere bläschenförmig, 0,0066—0,0090^{mm} messend, während die Zelle mit ihren Ausläufern eine Grösse von 0,0260, 0,0330—0,0385^{mm} zeigt. Die Zahl der Ausläufer ist zuweilen nur vier (*a*), manchmal eine weit beträchtlichere (*a*. *b*). Es kommen Zellen mit doppeltem Kerne (*a*) und bisweilen einer Art von Theilung (*b*, unten) vor. Die Zwischenräume zwischen den netzartig verbundenen Zellen besitzen eine Breite von 0,0204—0,0320^{mm} und mehr, und sind mit einer homogenen, gallertigen Masse erfüllt, welche bei ihrer Menge dem ganzen Schmelzorgan die gleiche Beschaffenheit verleiht.



Fig. 181. Zellen des Schmelzorgans eines 4monatlichen Embryo; bei *a* kleinere, bei *b* grössere und ausgebildetere sternförmige Zellen.

Dass das Gewebe des Schmelzorgans ein vergängliches, bedarf nach dem Angeführten keiner Bemerkung. Seine Lebensdauer schliesst mit der Reifung des Zahnschmelzes ab.

Die gallertige Masse, welche die Substanz des Nabelstranges bildet (Fig. 182), die *Wharton*'sche Sulze [3]), zeigt uns ganz ähnliche Zellen, wie wir sie für das Schmelzorgan kennen gelernt haben. Aber schon in frühester Periode ist jenes Zellennetz (Fig. 182. *a*) von einer hellen zartstreifigen Zwischensubstanz umlagert (*b*). In dem so übrig bleibenden und zusammenhängenden Maschenwerk begegnet man wieder der gleichen formlosen, mucinhaltigen Gallerte. Hier kommen dann noch kuglige Zellen (*c*) vor, wie sie auch im formlosen Bindegewebe auf gleicher Stufe angetroffen werden. Sie zeigen Kontraktilität und Wanderung (*Koester*). Die Balken verdichteter, das Zellennetz umhüllender Grundsubstanz (Fig. 183. *a*. *b*) verwandeln sich dann nachträglich in Bindegewebefibrillen, und zwischen diesen treten (wenigstens bei Thieren) elastische Fasern auf. Auch das Zellennetz zeigt bei der steigenden Entfernung der Zellen von einander lange fadenförmige Ausläufer, und der Zellenkörper, in welchen jedoch noch ein deutlicher Kern vorkommen kann, tritt gegen die Fortsätze zurück (*c*. *d*. *e*). Im Uebrigen bietet das Zellennetz in späterer Zeit mancherlei Verschiedenheiten [*Weismann* [4])]. In dem Widerstande gegen Säuren

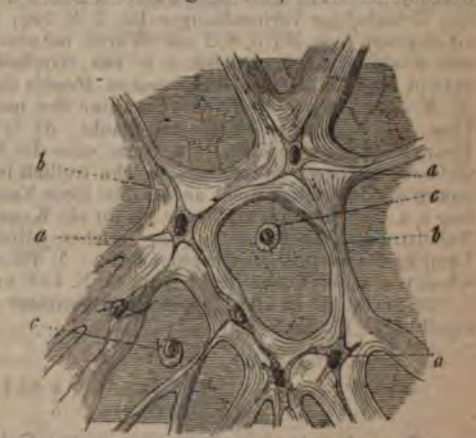


Fig. 182. Gewebe der *Wharton*'schen Sulze eines Embryo von 4 Monaten im Querschnitt des Nabelstrangs. *a* Ein Netz verästelter Zellen; *b* Verdichtungen der Grundsubstanz zu Balken; *c* unveränderte rundliche Bildungszellen.

erinnert seine Substanz an diejenige der elastischen Fasern, während sie im Gegensatze zu der letzteren der Wirkung der Alkalien rasch unterliegt.

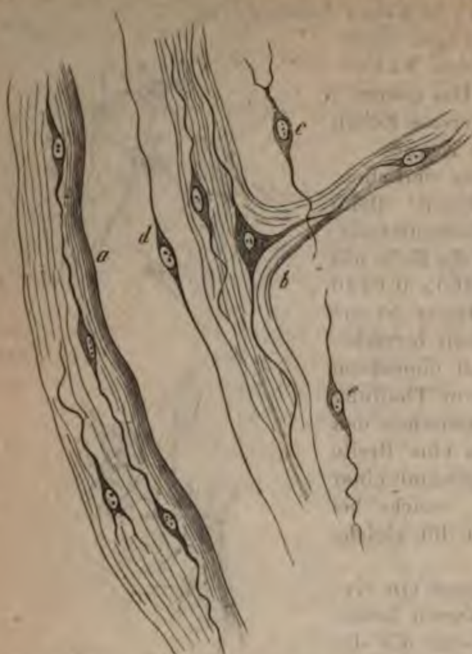


Fig. 183. Gewebe des Nabelstrangs kurz vor der Geburt mit entwickelterer Bindegewebefaserung. *a. b* Bindegewebebündel mit veränderten Bindegewebekörperchen in der Axe; *c. d. e* letztere Zellen isolirt.

Wir begegnen also hier einer Bindegewebsumwandlung, welche weit vorgeschritten ist, wenn mit der Geburt das Absterben des Gewebes erfolgt.

In ganz ähnlicher Weise erscheint auch in früherer Zeit das weiche formlose Bindegewebe, in dessen Lücken ebenfalls wie schon *Schwann* zeigte, rundliche Zellen übrig bleiben, die möglicherweise zu Fettzellen werden. Das Balkenwerk beiderlei Gewebe ergibt beim Kochen anfänglich keinen Leim [5]).

Anmerkung: 1) a. a. O. S. 133. — 2) *Koelliker*'s Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 98 und Würzb. naturw. Zeitschrift Bd. 2, S. 155. Die Entstehung des Schmelzorgans scheint allerdings eine eigenthümliche, indem sie von Epithelien stattfindet, worüber später das Kapitel von den Zähnen zu vergleichen ist. So berichtet uns *Koelliker* nach einer Prüfung der Zahnentwicklung. Bei der bedeutenden histologischen Tragweite dieser Angabe und der Schwierigkeit derartiger embryologischer Untersuchunsuchungen muss eine erneute Durchforschung wünschbar erscheinen. — Nach *Hensen* (*Virchow*'s Archiv Bd. 31, S. 54) ist das Gallertgewebe des Froschlarvenschwanzes eine von den Zellen der Epidermis abgesonderte glashelle Substanz mit eingewanderten Zellen des mittleren Keimblattes. — 3) *Virchow* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 2, S. 160; Cellularpathologie 4. Aufl. S. 75; *Koelliker* an ersterem Orte Bd. 3, S. 2 und Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. 2, S. 155; *Bruch* in *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschr. Bd. 6, S. 145; *Gerlach*'s Gewebelehre S. 96; *Henle* in s. Jahresbericht für 1858, S. 60; *Weismann* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 11, S. 140; *K. Koester*, Ueber die feinere Struktur der menschlichen Nabelschnur. Würzburg 1868. Diss. — 4) a. a. O. *Weismann* glaubt, da bei Säugethieren die *Wharton*'sche Sulze von Haargefässen durchzogen sein kann, alle die betreffenden Zellen als Bildungszellen von Gefässen auffassen zu müssen, welche freilich in dem keine Kapillaren besitzenden Nabelstrang des Menschen nicht an das Ziel ihrer Entwicklung gelangten (!). Vergl. noch *Hessling* a. a. O. S. 82. Auch *Koester* glaubt ein Kanalnetz in jenen Bildungen des menschlichen Nabelstrangs sehen zu müssen, welches jedoch mit grösserer Wahrscheinlichkeit dem Lymphgefässsystem zuzurechnen sei. — 5) Es wurde dieses für das formlose Bindegewebe schon von *Schwann* entdeckt (a. a. O. S. 143) und dann von *Schlossberger* (Gewebechemie S. 119) bestätigt. Für den Nabelstrang berichtet uns *Scherer* das Gleiche (Würzburger Verhandlungen Bd. 2, S. 160).

§ 117.

Nach Erörterung des sogenannten Gallertgewebes wenden wir uns zu einer anderen Erscheinungsform der so vielgestaltigen Bindesubstanzgruppe, zu der retikulären Bindesubstanz, der adenoiden (*His*) oder cytogenen Bindesubstanz [*Koelliker* [1])].

Es treten uns in derselben, freilich manchem Wechsel im Einzelnen unterworfen, ähnliche Netze strahliger Bindegewebezellen entgegen, welche sich in Fasern oder Balken mit mehr gestrecktem Verlaufe umwandeln, ebenso Umhül-

lungen durch eine streifige oder fibrilläre Zwischensubstanz erfahren können. Die von ihnen unvollständig eingegrenzten Räume sind aber nicht von einer schleimigen Gallerte[2], sondern von geformten Elementen, von einer Unzahl lymphoider Zellen (wie sie in Lymphe, Chylus u. s. w. vorkommen) erfüllt.

Eine ansehnliche Reihe von Organen zeigen uns ein derartiges Gewebe. So bildet es das Gerüste der Lymphknoten, sowie der letzteren verwandten lymphoiden Organe, d. h. der Tonsillen, Thymusdrüse, der Follikel, wie sie vereinzelt oder gruppenweise dem Darmkanal und der Bindehaut des Auges eingebettet getroffen werden. Auch die sogenannten *Malpighi*'schen Körperchen der Milz bestehen aus retikulärer Bindesubstanz. Ebenso formt sie, allerdings manche Variationen darbietend, bei den höheren Thieren die Schleimhaut der dünnen und zum Theil der dicken Gedärme[3]. Endlich begegnen wir einem stärker modifizirten derartigen Gewebe in der Milzpulpa[4].

Auch hier treten uns schon mehrfach hervorgehobene Eigenthümlichkeiten wieder entgegen. Einmal sehen wir an der Peripherie jene Theile sehr gewöhnlich weitere Aenderungen ihrer retikulären Bindesubstanz erleiden, wobei dieselbe zu einem gewöhnlichen Bindegewebe schliesslich werden kann. Dann — und es ist z. B. für den Darmkanal niederer Wirbelthiere der Fall — vertritt letzteres die retikuläre Substanz. Endlich vermag diese aus gewöhnlichem Bindegewebe bei pathologischen Wandlungen hervorzugehen, oder sich in letzteres umzubilden.

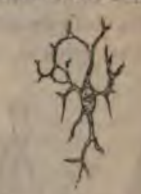


Fig. 184. Eine Zelle der retikulären Bindesubstanz aus einem Lymphknoten (mit sehr reicher Verästelung).

Als Element treffen wir also eine sternförmige Zelle (Fig. 184). Ihr Kern, 0,0059—0,0075^{mm} im Mittel messend, erscheint glattrandig mit Kernkörperchen oder auch mehr granulirt. Eine dünne Schicht heller Masse umhüllt ihn als Zellenkörper, und läuft peripherisch in eine verschiedene Anzahl blasser strahliger Fortsätze aus. Anfänglich besitzen diese noch eine gewisse Stärke, etwa von 0,0023^{mm}, um nach kurzem Verlaufe um das Doppelte, ja Drei- und Vierfache feiner zu werden. Neue Astbildungen an unsern Fortsätzen kommen ziemlich häufig, und zwar meistens unter mehr rechtwinkligem Abgang, zur Beobachtung. Durch das Zusammentreffen derartiger Zweige benachbarter Zellen bilden sich ferner sehr gewöhnlich kleinere Knotenpunkte, in welchen natürlich ein Nukleus vermisst wird. Die von ihnen eingegrenzten Maschenräume (Fig. 185) erscheinen meistens rundlich in zierlich polyedrischer Form, mit einer Weite von 0,0114—0,0226^{mm}. Letztere kann indessen beträchtlicher und auf der anderen Seite viel geringer ausfallen; ebenso begegnet man stellenweise viel längeren gestreckteren Maschen und Verläufen des Zellennetzes.



Fig. 185. Aus einem lymphoiden Follikel des wurmförmigen Fortsatzes vom Kaninchen. Fig. 1 retikuläres Gewebe mit den Maschenräumen *b* und dem Rest der Lymphoidzellen *a* (die meisten derselben sind künstlich entfernt).

Das ganze elegante Netzwerk ist im frischen Zustande sehr weich und zerbrechlich, daher erst nach erhärtender Behandlung des Gewebes und der Entfernung der Lymphzellen vollkommen sichtbar zu machen. Die Bindegewebezellen widerstehen dem Kochen, pflegen dagegen den Alkalien und der Essigsäure bald zu unterliegen.

Die Genese des Zellennetzes ebenso der von ihm umschlossenen Lymphoidzellen bedarf noch näherer Untersuchungen.

Anmerkung: 1) Das Zellennetz wurde zuerst in unvollkommener Weise gesehen von *Koelliker*, Mikroskopische Anatomie Bd. 2. Abtheil. 1, S. 530. Vergl. ferner *Donders*, Physiologie des Menschen, deutsche Uebersetzung, 1. Aufl. Leipzig 1856. Bd. 1, S. 318. Genaue Angaben machten dann *Billroth* (Beiträge zur pathologischen Histologie. Berlin 1858, S. 126), *His* (Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 10, S. 334) und *Frey* (Untersuchungen über die Lymphdrüsen des Menschen und der Säugethiere. Leipzig 1861, S. 39). Ferner vergl. man noch *Henle* in seiner und *Pfeufer*'s Zeitschrift, 3. R., Bd. 8, S. 201, *Eckard*'s Dissertation, *De glandularum lymphat. structura, Berolini* 1858 (und in *Virchow*'s Archiv Bd. 17, S. 173); *Heidenhain* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1859, S. 460, sowie *W. Müller* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R. Bd. 20, S. 119. — 2) Ob in früher Embryonalzeit jene Gallerte vorkommt, wissen wir noch nicht. — 3) Vergl. *His* in der Zeitschr. für wissensch. Zoologie Bd. 11, S. 416 und *Frey* ebendaselbst Bd. 12, S. 336. — 4) *Billroth* in *Müller*'s Archiv 1857, S. 88, sowie die späteren Arbeiten in *Virchow*'s Archiv Bd. 20, S. 409, Bd. 23, S. 457 und in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 11, S. 325.

§ 118.

Unsere im vorhergehenden § gelieferte Schilderung des Zellennetzes der retikulären Bindesubstanz betraf ihr gewöhnliches Vorkommen in jugendlichen Organismen. Sehr häufig begegnet man in älteren Leibern einer gewissen Umwandlung des Zellenwerks, einer Schrumpfung des Zellenkörpers und des Kernes, so dass nur leichte Anschwellungen die Stelle der Hauptknotenpunkte anzeigen. Solche Bilder haben dann Veranlassung gegeben, das uns beschäftigende Zellennetz mit einem Balkenwerk elastischer Fasern zu verwechseln [1]). Das erwähnte Ansehen versinnlicht unsere Fig. 186. Zugleich lässt uns dieselbe noch ein weiteres bezeichnendes Verhalten der retikulären Bindesubstanz zu den Blutgefässen erkennen. Das Zellennetz ist nämlich im Gegensatz zu dem gefässarmen oder gefässlosen Gallertgewebe stets von Blutgefässen durchzogen. Um dieselben bilden benachbarte Zellen nebst ihren Ausläufern unter membranartiger Verbreiterung und Verbindung eine sekundäre Hülle, eine mikroskopische Adventitia (*a*).



Fig. 186. Retikuläre Bindesubstanz mit Lymphzellen aus dem *Peyer*'schen Follikel des erwachsenen Kaninchens. *a* Haargefässe; *b* Netzgerüste; *c* Lymphzellen (die meisten durch Auspinseln entfernt).

Die besprochenen Schrumpfungen von Kern und Zellenkörper können übrigens bei Reizungszuständen einem baldigen Anschwellen Platz machen, so dass wir nach kurzer Zeit das frühere pralle frische Ansehen wieder hergestellt finden.

Andere Modifikationen des Zellennetzes zeigen uns die Astsysteme stark verbreitert und dabei nicht selten membranartig abgeflacht. Ebenso gewinnt man oftmals Bilder, wo einzelne mehr spindelförmige Zellen zu Faserbildungen zusammentreten, die, wenn sie nicht den Alkalien unterlägen, für elastische genommen werden könnten. Endlich findet man — und hier wiederholt sich ein Verhältniss des Gallertgewebes — das Zellennetz umhüllt von dünnen Schichten einer

bald mehr streifigen, bald mehr fibrillären Zwischensubstanz, die in gewöhnliches Bindegewebe übergehen kann. Jene aufgelagerte Masse ist ein von den Zellen ohne Zweifel abstammendes Produkt und nach den für die Entstehung der Knorpelzelle (§ 104) angegebenen beiden Möglichkeiten zu beurtheilen[2].

Gerade die Schleimhaut des Dünndarms[3] ist recht geeignet, uns den wechselnden Charakter der retikulären Bindesubstanz sowie ihren allmählichen Uebergang in gewöhnliches Bindegewebe zu zeigen. Untersucht man z. B. beim Schaf (Fig. 186. 1) das Gewebe in nächster Nachbarschaft eines lymphoiden Follikels, so trägt es noch das herkömmliche netzartige Ansehen (*b*), während schon in geringer Entfernung die Balkennetze sehr verbreitert und unregelmässig uns entgegentreten können. (2) Sehr gewöhnlich aber begegnet man namentlich um Drüsenräume herum einer mehr homogenen kernhaltigen Bindesubstanz (3. *a*), welche jedoch wiederum stellenweise die alte retikuläre Beschaffenheit annimmt (3. *b*).



Fig. 187. Retikuläre Bindesubstanz aus der Dünndarmschleimhaut des Schafes bei sehr starker Vergrösserung. 1 Aus der nächsten Umgebung eines Follikels genommen; *a* Querschnitt einer *Lieberkühn*'schen Drüse, *b* Netzwerk, *c* Lymphoidzellen. — 2 Etwas entfernter, *a* rundliche, b längliche Kerne. 3 In noch grösserer Entfernung vom Follikel. Das Gewebe mit unbestimmtem *a* und mit netzartigem Charakter *b*; *c* Kerne; *d* Lymphkörperchen; *e* leerer Drüsenraum.

In den dicken Gedärmen treffen wir ein Mittelding zwischen retikulärer Bindesubstanz und gewöhnlichem Bindegewebe mit einem in der Regel nur spärlichen Gehalt lymphoider Zellen.

Wir haben endlich noch der feinsten zartesten Erscheinungsform der retikulären Bindesubstanz in der sogenannten Pulpa der Milz zu gedenken, eines Gewebes, welches kontinuirlich aus dem gewöhnlichen Netzgerüste der *Malpighi*'schen Körperchen des genannten Organes hervorgeht[4].

Es besteht an erhärteten Präparaten aus einem engmaschigen Netzwerk blasser, zartgerandeter sehr feiner Fädchen, die aber auch stellenweise membranartig sich verbreitern können. Hier und da begegnet man in demselben blassen ovalen Kernen. Die 0,0226 — 0,0068 ^{mm} messenden Maschenräume dieses Gerüstes werden einmal von Lymphoidzellen, dann aber auch farbigen Blutkörperchen eingenommen.

Auch auf pathologischem Gebiete spielt diese retikuläre, lymphoide Zellen beherbergende Substanz eine nicht unwichtige Rolle.

Abgesehen von Vergrösserungen der aus ihnen bestehenden Organe (wie der Lymphknoten, Tonsillen, *Peyer*'schen Follikel und der Milz), erkennt man auch in andern Theilen Neubildungen des uns beschäftigenden Gewebes auf Kosten bindegewebiger Gerüste; so in der Leber, Niere, im Magen[5].

Anmerkung: 1) Es ist dieses von *Eckard* a. a. O. und von *Henle* in seiner und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R. Bd. 8, S. 201 geschehen. — 2) Vergl. die Arbeiten von His und

y. — 3) *His* und *Frey* l. l. c. c., sowie die Dissertation von *Schärtl*, Einige ... gen über den Bau der Dünndarmschleimhaut. Zürich 1862. — 4) Um die Kenntniss des ...panetzes hat sich *Billroth* grosse Verdienste erworben. Der Entdecker jenes zarten ...webes ist übrigens der Italiener *Tigri*. Man hat, aber mit dem grössten Unrecht, in dem ...nzen ein durch die erhärtenden Vorbereitungsmethoden erzieltes Gerinnungsprodukt ...hen wollen. Gute Abbildungen hat in neuerer Zeit namentlich *W. Müller* (Ueber den ...neren Bau der Milz. Leipzig und Heidelberg 1865, Taf. 6) geliefert. — 5) *Virchow*, Die ...rankhaften Geschwülste Bd. 2, S. 570; *Friedreich* in *Virchow*'s Archiv Bd. 12, S. 42; *Böttcher* a. d. O. Bd. 14, S. 483 und *Recklinghausen* Bd. 30, S. 370.

§ 119.

Bedeutend weniger als das gewöhnliche retikuläre Bindegewebe ist zur Zeit die zarte Stützsubstanz des Zentralnervensystems und der Retina gekannt [1]. Ihr Ursprung vom mittleren Keimblatt, der Quelle der Bindesubstanzen, erscheint ohnehin sehr zweifelhaft, so dass in der Folge die Stellung unseres Gewebes sich ändern mag. Wenn auch schon in älterer Zeit hier und da eine derartige Gerüstemasse für das Gehirn und Rückenmark angenommen wurde [2], so dauerte es doch lange, bis eine solche Auffassung in weiteren Kreisen Anerkennung fand. Ueberdies tritt uns die Unmöglichkeit einer irgendwie scharfen Abgrenzung des betreffenden Gewebes von den nervösen Formelementen der grauen Substanz höchst störend entgegen. Es kann uns desshalb nicht Wunder nehmen, dass einerseits *Bidder* und seine Schüler [3] dem bindegewebigen Substrate jener Nervenzentren eine sehr grosse Verbreitung zuschreiben, während von manchen Forschern andere als nervöse Formelemente für jene Organe fast ganz in Abrede gestellt werden [4].

Da wo die bindegewebige Grundlage in stärkerer Ausbildung und überhaupt reiner auftritt, wie es an dem sogenannten Ependym [5] des Höhlensystemes im Gehirn, ebenso in der den Zentralkanal des Rückenmarks begrenzenden Substanzschicht der Fall ist, erscheint sie als eine Masse von mehr homogenem oder streifigem oder auch sehr fein fibrillärem Ansehen, in welcher eingebettet gewöhnliche strahlige oder spindelförmige Zellen getroffen werden.



Fig. 188. Bindegewebige Gerüstemasse aus den Hintersträngen des menschlichen Rückenmarks mit den Querschnitten der Nervenfasern.

Dieses Gewebe, dessen bindegewebiger Charakter nicht füglich bezweifelt werden kann, geht nun kontinuirlich über in die weit schwieriger zu untersuchende Bindesubstanz der weissen und grauen Masse, den sogenannten Nervenkitt oder die Neuroglia von *Virchow* [6].

Beobachtet man an künstlich erhärteten Stücken, so bemerkt man, wie in der weissen Substanz die querdurchschnittenen Nervenfasern (Fig. 188) überall durch Züge einer derartigen Masse getrennt sind.

Letztere ist mehr homogen oder streifig erscheinend, und stellenweise mit rundlichen oder ovalen, glattrandigen Kernen von 0,0093—0,0075^{mm} Ausmaass versehen. Seitenansichten lehren, wie die Netzbalken des Querschnittes membranartig zwischen den Nervenröhren sich fortsetzen, so dass die Bindesubstanz ein mehr regelmässiges, röhrenartiges Fachwerk herstellt. Platte Zellen mit strahlig abtretenden, membranartig verbreiterten Fortsätzen und Umhüllungsmassen scheinen somit die Formelemente zu bilden.

Bei weitem reichlicher, aber viel veränderlicher und schwieriger zu ermitteln, erscheint das Stützgewebe in der grauen Substanz der Zentralorgane. An frischen Objekten tritt es als eine meist zartkörnige, mit bald spärlichen, bald sehr reichlichen glattrandigen Kernen von 0,0090—0,0075^{mm} versehene Ausfüllungsmasse zwischen Nervenfasern und Nervenzellen auf. An glücklich behandelten Präparaten (Fig. 189) erkennt man mit Hülfe sehr starker Vergrösserungen ein äusserst

feines, engmaschiges Netzwerk dünnster Fäserchen, die von Knotenpunkten ausgehen, in welchen einer jener Kerne, nicht selten von dünner Protoplasmaschicht umhüllt, eingebettet liegt. Man könnte so wiederum in diesem porösen, schwammigen Gewebe ein Netzwerk sternförmiger Zellen erblicken; doch ist die Präexistenz jenes Netzes — wenn auch sehr wahrscheinlich — zur Zeit noch nicht sicher zu beweisen, so dass an die Möglichkeit eines Artefaktes hier gedacht werden kann. Stellenweise wird übrigens diese poröse Bindesubstanz mit ihren Zellenäquivalenten von deutlichen bindegewebigen Stützfasern durchzogen.



Fig. 189. Poröses Gewebe der grauen Substanz des Cerebellum vom Menschen; mit höchst verdünnter Chromsäure gewonnen.

Ganz ähnlich erscheint die Bindesubstanz der Retina [7]: ihre Stützfasern sind als *Müller*'sche Fasern bekannt.

In einem sonderbaren höchst fettreichen Organe, der sogenannten Winterschlafdrüse (welche einer Reihe von Säugern zukommt) trifft man bei erhärtender Behandlungsweise ein verwandtes, sehr enges Netzwerk feinster Fäserchen an [8]).

Die bindegewebige Stützsubstanz der Nervenzentren kehrt in einer Anzahl pathologischer Neubildungen wieder. Es sind dieses die sogenannten Gliome von *Virchow* [9]).

Anmerkung: 1) Man vergl. *Koelliker*'s Gewebelehre 5. Aufl. S. 266; *Virchow* in der Cellularpathologie S. 271 und im zweiten Bande der krankhaften Geschwülste S. 126. — 2) Der Erste, welcher ein nicht nervöses Zwischengewebe im Rückenmark erkannte, war *Keuffel, De medulla spinali. Halis* 1810. *Diss.* — 3) *Bidder* und *Kupffer*, Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks. Leipzig 1857. — 4) Es ist dieses z. B. von *Stilling* geschehen. — 5) Während man früher an den Gehirnhöhlen das Epithel dem Nervengewebe unmittelbar aufsitzend annahm, wies erst *Virchow* (Zeitschrift für Psychiatrie 1846, S. 242, auch Gesammelte Abhandlungen etc. S. 887) diese bindegewebige Wandschicht nach. — 6) Gesammelte Abhandlungen S. 688, 890. Ueber die Textur jener Stützmassen in der weissen und grauen Substanz vergl. man *M. Schultze, Observationes de retinae structura penitiori. Bonnae* 1859; *Gerlach*, Mikroskopische Studien etc. Erlangen 1858, S. 13; *R. Berlin*, Beitrag zur Strukturlehre der Gehirnwindungen. Diss. Erlangen 1858; ferner die Dorpater Dissertationen von *N. Hess, De cerebelli gyrorum textura disquisitiones microscopicae* 1858; *E. Stephany*, Beiträge zur Histologie der Rinde des grossen Gehirns. 1860; *E. v. Bochmann*, Ein Beitrag zur Histologie des Rückenmarks. 1860 und *E. Rutkowsky*, Ueber die graue Substanz der Hemisphären des kleinen Gehirns. 1861; *Uffelmann* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R. Bd. 14, S. 232; *Henle* in s. Jahresberichten 1859, S. 37 und 1862, S. 57; *M. Schultze*, Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut. Halle 1862, S. 62 (Anmerkung). *F. E. Schulze*, Ueber den feineren Bau der Rinde des kleinen Gehirns, Rostock 1863, S. 9; *C. Frommann*, Untersuchungen über die normale und pathologische Anatomie des Rückenmarks. Jena 1864, S. 28 und in *Virchow*'s Archiv Bd. 31, S. 129; *L. Stieda* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1864, S. 418. — Die wichtigste Arbeit aber über das betreffende Gewebe, auf welches wir bei den Nervenzentren zurückkommen müssen, findet sich in *O. Deiters*' Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Säugethiere (nach dem Tode des Verfassers herausgegeben von *M. Schultze*), Braunschweig 1865, S. 27. Wir erwähnen ferner, dass *Henle* und *Merkel* (s. *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 24, S. 56), das Netzwerk der Neuroglia dem Bindegewebe zurechnen, während *Gerlach* (*Stricker*'s Histologie, S. 670) jenes als ein elastisches ansehen will, da es mit der Grundsubstanz mancher Netzknorpel eine auffallende Aehnlichkeit darbiete. Man hat in neuester Zeit das Ding wieder für Nervensubstanz erklären wollen. Wir kommen darauf in einem späteren Abschnitt zurück. — 7) Vergl. *M. Schultze* a. a. O. — 8) *Hirzel* und *Frey*, Einiges über den Bau der sogenannten Winterschlafdrüsen. Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 12, S. 165. — 9) Die krankhaften Geschwülste Bd. 2, S. 130.

8. Das Fettgewebe.

§ 120.

Das Fettgewebe [1]), mit dem spezifischen Gewichte von 0,924 (*W. Krause* und *L. Fischer*), besteht aus grossen rundlichen, 0,0340—0,1300^{mm} messenden

Zellen mit Kernen von 0,0076—0,0090mm, deren dünne Hülle einen einzigen Fetttropfen ganz dicht zu umschliessen pflegt. Die Fettzellen (Fig. 190. *a*) liegen meistens in beträchtlicheren Gruppen gehäuft (doch zuweilen auch mehr vereinzelt), und kommen in bindegewebigen Theilen von losem Gefüge, dem sogenannten formlosen Bindegewebe vor, eine sehr gewöhnliche Ausfüllungsmasse der Hohlräume und Maschen desselben bildend. Das Bindegewebe zwischen den einzelnen Zellen einer solchen Gruppe tritt vielfach sehr zurück.



Fig. 190. *a* Fettzellen des Menschen vollkommen mit Fett erfüllt, gruppenweise beisammen liegend; *b* freie Fetttropfen; *c* leere Hüllen.

Die dünne sogenannte Zellenmembran wird gewöhnlich von den dunklen Umrissen des fettigen Inhalts vollkommen verdeckt. Unsere Fettzellen bieten so ein Ansehen dar, welches mit dem freier Fetttropfen sehr viele Aehnlichkeit besitzt. Sie zeigen bei durchfallendem Lichte dunkle scharfe Ränder, während bei auffallender Beleuchtung eine weissliche oder gelblich weisse, silberartige Begrenzung erscheint. Doch bringt die dichte Aneinanderdrängung an den Berührungsflächen benachbarter Zellen vielfach polyedrische Abplattungen herbei, was bei freien Fetttropfen (Fig. 190. *b*) nicht vorkommt, welche vielmehr gegeneinander gepresst zu grösseren Massen, wie die Fettaugen einer Suppe, zusammenfliessen.

Indessen die unmittelbare Betrachtung vollkommen erfüllter Fettzellen kann uns zwar die Existenz einer Hülle erschliessen, dieselbe aber nicht vor Augen führen. Hierzu bedarf es weiterer Behandlungen. Man vermag durch einen steigenden Druck die pralle gespannte Membran leicht zum Zerreissen zu bringen, und so die zusammengefallenen leeren Hüllen der grossen Zellen als homogene, dünne, strukturlose Beutelchen zu erkennen (Fig. 190. *c*). Ebenso kann auf chemischem Wege, durch Behandlung mit Alkohol und Aether, der Inhalt aus der unverletzten Hülle ausgezogen werden. Kerne bemerkt man an derartig behandelten Zellen erst bei künstlicher Färbung.

Von dem eben geschilderten Bilde können sich nun die Fettzellen mehr oder weniger entfernen. Der Inhalt besteht aus einem Gemenge ölartiger und fester Neutralfette, stets jedoch einem solchen, welches bei der Temperatur des lebenden Körpers flüssig und weich erscheint. Bei warmblütigen Wirbelthieren bringt indessen das Erkalten der Leiche gar nicht selten in einem an festen Fetten reichen Zelleninhalte ein Erstarren herbei. Die Fettzellen verlieren ihre runden, prallen, zierlichen Gestalten, werden rauh, eckig, höckerig. Ein Erwärmen des Gemenges ruft das alte glattrandige Ansehen wieder hervor.



Fig. 191. Mit Krystallen versehene Fettzellen des Menschen. *a* einzelne Nadeln; *b* grössere Gruppen; *c* die Zellen selbst mit derartigen Gruppirungen im Innern; *d* eine gewöhnliche krystallfreie Fettzelle.

Eigenthümliche Bilder (Fig. 191. *c*) gewähren Zellen, bei welchen ein Theil der festen Neutralfette des Inhalts sich krystallinisch abgeschieden hat[2]. Man begegnet solchen Gruppen nadelförmiger Massen entweder einfach, doppelt oder in grösserer Zahl. Die Mikroskopiker haben sie früher ganz willkürlich für Margarin- oder gar Margarinsäurekrystalle erklärt. Man kennt derartige Zellen schon seit längerer Zeit[3]. Auch der ganze Zelleninhalt kann zuletzt zu solcher krystallinischer Masse erstarrt sein [*Koelliker* [4]].

Solche Dinge aber bilden sich erst bei der Abkühlung der Leiche und fehlen im lebenden warmen Körper.

Anmerkung: 1) *Henle*, Allgem. Anat. S. 390; *Todd* und *Bowman*, Physiol. Anat. Vol. I, p. 80; *Koelliker*, Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abtheil. 1, S. 15. An neueren Arbeiten vergl. man die unbedeutende Untersuchung von *J. Czajewicz* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1866, S. 289, ferner *Rollett* in *Stricker*'s Histologie S. 68 und vor allen die treffliche Monographie *W. Flemming*'s im Archiv für mikrosk. Anat. Bd. 7, S. 23 und S. 327, sowie endlich *C. Toldt*, Wiener Sitzungsberichte Bd. 67, Abth. 2, Sep.-Abd. — 2) Fettzellen in Glycerin liegend zeigen diese Krystallisationen ganz allgemein. — 3) Vergl. *Henle* a. a. O. S. 393; *Vogel, Icones path.* Leipzig 1843. Tab. XI. Fig. 3; *Todd* und *Bowman* *l. c. p.* 82. — 4) a. a. O. S. 17.

§ 121.

Diese normalen, d. h. mit Fett überladenen Zellen, wie sie der vorhergehende § schilderte, gewähren wenig instruktive Bilder. Dass eine sehr dünne Kugelschale von Protoplasma mit dem peripherisch eingebetteten Kern auch hier noch den Fetttropfen umhüllt, dürfen wir nicht bezweifeln. Betrachten wir die an Fett verarmten oder fast gänzlich vom fettigen Inhalte befreiten Zellen, die sogenannten serumhaltigen Fettzellen früherer Beobachter (Fig. 192. 2. *b*), kleinere Gebilde abgemagerter Leichen, so wird uns dieses Verhalten sogleich verständlich. Ein reichlicheres und vielleicht verwässertes Protoplasma ist an die Stelle des Fettschwundes getreten. Sehen wir uns solche Zellen etwas näher an.

Man begegnet einmal Exemplaren, bei welchen noch eine ansehnliche Fettkugel durch eine dünne Zwischenschicht flüssiger Inhaltsmasse von dem zarten Kontour der Hülle getrennt wird (1. *a*. *b*), und wo in diesem Zwischenraume häufig der peripherisch gelegene glattrandige, zuweilen bläschenförmige Kern (*c*. *d*) entdeckt werden kann[1]. Schon hier stösst man gar nicht selten auf eine dunklere, gelbliche Färbung des Fettes, welche in den höheren Graden der Fettabnahme mehr und mehr hervortritt, so dass derartig umgeändertes Fettgewebe meistens schon dem unbewaffneten Auge durch sein röthlich gelbes Ansehen auffällt. Liegen solche Fettzellen nebeneinander, so gewähren sie oftmals ein ungemein zierliches, an mit Fett überfüllten Hyalinknorpel (§ 107. Anm. 3) erinnerndes Bild.

Fig. 192. Unvollkommen mit Fett erfüllte Zellen. 1 Solche aus dem Unterhautzellgewebe einer abgemagerten menschlichen Leiche, die fettige Inhaltsmasse verlierend; *a* mit einem grossen, *b* mit einem kleineren Fetttropfen; *c* u. *d* mit sichtbarem Kerne; *e* eine Zelle mit getrennten Tröpfchen; *f* mit einem einzigen kleinen Tröpfchen; bei *g* fast fettfrei und bei *h* ohne Fett mit einem Tropfen eiweissartiger Substanz im Innern. 2 Zellen des Fettgewebes aus der Umgebung der Niere eines zehnzölligen Schafembryo. *a* u. *b* isolirte Zellen ohne Fett; *c* ein Haufen derselben; *d*—*h* Zellen mit verschiedener Einlagerung der fettigen Inhaltsmasse.

Der fortgehende Schwund des Fettes in unseren Zellen führt eine mehr und mehr an Grösse abnehmende Fettkugel (*f*) in manchen Exemplaren herbei. Bei anderen Zellen zerfällt die abnehmende Kugel in einzelne Tröpfchen von wechselnder und oft sehr geringer Grösse (*e*. *g*). Endlich erscheinen Zellen (*h*), wo alle Fetttropfen des Inhaltes verschwunden sind, und eine homogene Flüssigkeit den ganzen Hohlraum erfüllt[2].

Mit der Abnahme des Fettes treten die Kerne deutlicher wieder hervor.

Behält anders die Hülle ihre ursprüngliche Dünne, so ist das ganze Gebilde sehr zart kontourirt und leicht zu übersehen.

Indessen noch etwas Anderes kann beim Fettschwund sich ereignen. Der Nukleus einzelner Zellen theilt sich, so dass zuletzt mehrere Kerne und Zellen die alte Hülle erfüllen [*Flemming*[3])]. Auch bei der Entzündung des Fettgewebes sieht man das Gleiche[4]).

Anmerkung: 1) Der Umstand, dass in derartigen fettarmen Zellen der Kern stets hervortritt, gestattet keine andere Annahme, als dass er in den vollkommen erfüllten gewöhnlichen Fettzellen ebenfalls vorhanden sei. Karminpräparate entwässert und in Harz eingeschlossen zeigen ihn auch leicht. — *Gerlach* wollte an der Reife entgegengehenden Fettzellen einen molekulären Zerfall des Nukleus bemerkt haben (Gewebelehre S. 19). Vergl. auch *Schwann* a. a. O. S. 140. — 2) Sie sind ebenfalls schon seit Langem durch *Hunter*, ebenso durch *Gurlt* (Lehrbuch der vergleichenden Physiologie der Haussäugethiere. Berlin 1837, S. 20) und Andere gesehen. — 3) *Flemming* (a. a. O. S. 330) nennt den letzteren Vorgang »Wucher-Atrophie«, den ersteren »seröse«. — 4) Man kann desshalb auch an Lymphoidzellen denken, welche in die an Fett verarmte Zellenhöhle eingewandert sind.

§. 122.

Wie wir schon erfahren haben, finden sich die Fettzellen als Begleiterinnen des formlosen, weichen Bindegewebes, dessen Lücken und Hohlräume sie ausfüllen. Sie bilden hier dicht gedrängte Läppchen oder Träubchen des Fettgewebes, welche von einem sehr entwickelten Netze feiner Haargefässe (Fig. 193. *A*) durchzogen werden, wobei die einzelne Zelle in einer Masche des Kapillarnetzes gelegen ist (*B*). Der zeitweise energische Stoffwechsel unserer Zellen wird bei diesem Blutreichthume des Gewebes begreiflich.



Fig. 193. *A* Gefässnetz eines Fettträubchens; *a* arterielles, *b* venöses Stämmchen. *B* Maschen des Haargefässsystems um drei Fettzellen.

Das Fettgewebe, in einem gut genährten Körper ein massenhafteres, findet sich, abgesehen von zahlreichen kleineren und unbeständigeren Ansammlungen, welche dann dem Verlaufe der Blutgefässe sich anreihen, zunächst im subkutanen Bindegewebe, dieses zum *Panniculus adiposus* machend. Es wechselt die Menge desselben aber nach den einzelnen Körperstellen. Sehr reichliche Zellenansammlungen liegen unter der Haut der Fusssohle, der Hohlhand, des Gesässes, der weiblichen Brustdrüse, während das Augenlid fettfrei bleibt. Ferner trifft man reichlicheres Fettgewebe häufig um die Synovialkapseln der Gelenke[1]) und in der Orbita, wo es selbst bei der grössten Abmagerung nicht ganz vermisst wird. Ebenso im Markkanal kompakter Knochen, wo es mit sparsamem Bindegewebe das gelbe Knochenmark[2]) darstellt. Unter inneren Stellen, deren bindegewebige Massen reichlichere Fettanhäufungen zu zeigen pflegen, seien noch die Umgebung der Niere, das Netz und Mesenterium, ebenso die Aussenfläche des Herzens erwähnt.

Im Uebrigen bietet die Massenhaftigkeit dieser Fettzellenhäufungen, welche als mässig entwickelter *Panniculus adiposus* das glatte, pralle Ansehen unseres Körpers bedingen, sehr bedeutende Schwankungen dar. Bei Frauen und Kindern pflegt jene Anhäufung verhältnissmässig stärker auszufallen als bei Männern, in

den Blüthejahren bedeutender als während der Jugendzeit und im Greisenalter. Gut genährte und sehr magere Personen zeigen in der Menge des Fettgewebes die bedeutendsten Differenzen. Ebenso kann in Folge anhaltenden Hungerns, erschöpfender Krankheiten, sowie durch wassersüchtige Infiltration des Bindegewebes ein gut genährter Körper rasch seine Fettschichten einbüssen, um sie nachher in den Tagen des Wohlbefindens bald wieder herzustellen. Der Umstand, dass man in sehr abgemagerten Leichen den fettigen Inhalt zwar verschwunden, die Zelle dagegen noch häufig konservirt findet, muss darauf hinweisen, die letztere wenigstens für eine beschränkte Zeitfrist als ein bleibenderes Gebilde aufzufassen, wo bei nachheriger Zunahme des Embonpoint der flüssige Inhalt durch Fetteinlagerung verdrängt werden kann.

Bei höheren Graden der Fettleibigkeit, wie wir sie z. B. durch Mästen unserer Haussäugethiere künstlich erzielen, begegnet man Fettzellen an Orten, wo sie sonst nicht vorkommen, so z. B. in dem weichen Bindegewebe zwischen den Fäden der quergestreiften Muskulatur (Fig. 194). Der Muskel kann hierdurch in seiner Funktion beeinträchtigt werden. Ganz ähnlich gestalten sich allmählich längere Zeit nicht gebrauchte Muskelpartieen. (Von diesen »fettdurchwachsenen« Muskeln sind Fettdegenerationen des Muskels wohl zu unterscheiden, wo die Fleischmasse durch eine fettige Einlagerung in das Innere des Fadens zu Grunde geht.)

Neugebildetes fettreiches Bindegewebe stellen die Fettgeschwülste oder Lipome[3]) dar.



Fig. 194. Fettdurchwachsener Muskel. *a* Drei Muskelfäden; *b* Fettzellen im interstitiellen Bindegewebe.

Fettgewebe findet sich im Körper aller Wirbelthiere, aber in sehr wechselnder Quantität und sehr verschiedener anatomischer Vertheilung.

Anmerkung: 1) Fettansammlungen an der Aussenfläche der Synovialkapsel drängen zuweilen Theile der letzteren faltenartig in die Gelenkhöhle hinein, und stellen so die *Havers*'schen *Glandulae mucilaginosae* her. — 2) Die Zellen des Knochenmarks sind nach *Koelliker* etwas kleiner, und zeigen nicht selten, mit nabelartiger Wölbung der Hülle verbunden, einen dicht an der Peripherie gelegenen Kern (Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abtheil. 1, S. 303). Das Mark, welches das schwammige Knochengewebe erfüllt, hat eine abweichende Textur, deren später zu gedenken ist. Manche Knorpel- und Drüsenzellen können mit Fett so erfüllt sein, dass sie das Bild einer gewöhnlichen Fettzelle annähernd wiedergeben. — 3) Vergl. *Virchow*, die krankhaften Geschwülste Bd. 1, S. 364.

§ 123.

Die Fettzellen stellen Behälter für die physiologische Ablagerung der Neutralfette des Körpers dar; die Ueberfüllung mit Fett muss von einer gewissen Lebenszeit an als das normale, die Fettarmuth als ein regelwidriger Zustand bezeichnet werden. Warum gerade sie zu einer derartigen Fettaufnahme befähigt sind, weiss man noch nicht.

Schon früher (S. 26—28) war von den Neutralfetten des menschlichen Körpers und dem gegenwärtigen ungenügenden Zustande unseres Wissens die Rede, so dass es überflüssig sein würde, derselben nochmals hier ausführlicher zu gedenken.

Wie sich damals ergab, besteht das Fettgemenge des Organismus aus Tripalmitin und Tristearin, welche von einem ölartigen Neutralfette, dem Triolein, in Lösung gehalten werden. Je mehr der festeren Fette in letzterem enthalten sind, um so höher stellt sich der Schmelzpunkt des Gemenges, oder um so leichter erstarrt nach dem Tode dasselbe zu festerer, talgartiger Masse. Hierin ergeben sich nach den einzelnen Körperstellen eines und desselben Thierkörpers Differen-

zen [1]. Ebenso wechselt die Konsistenz des Fettes verschiedener Thiergruppen. In letzterer Hinsicht kommt das Fettgewebe der Fleischfresser und der Dickhäuter am meisten mit dem menschlichen überein, während bei Wiederkäuern und Nagethieren es viel fester erscheint. Ganz ölartig beschaffen ist das Fettgewebe von Cetaceen und Fischen, ein bei dem Aufenthalte der Thiere im Wasser nothwendiges Mischungsverhältniss.

Mit dem fettigen Zelleninhalt ist ein noch unbekannter Farbestoff verbunden und das gelbliche Kolorit jenes Gemenges bewirkend. Er wird mit einer gewissen Zähigkeit, wenn das Fett die Zelle zum grössten Theile verlassen hat, von dem Reste zurückgehalten, und dieser erscheint jetzt röthlichgelb, wie wir schon § 121 bemerkt haben.

Was die chemische Beschaffenheit [2] der die Fettgemenge beherbergenden Zelle betrifft, so weiss man darüber gegenwärtig Folgendes: Nach Extraktion des fettigen Inhaltes durch Aether und heissen Alkohol bleibt die Zelle entleert und kollabirt zurück. Von Essigsäure wird ihre Hülle nicht angegriffen; doch erfolgt ein Austritt von Fetttröpfchen durch sie (was auch die Behandlung mit Schwefelsäure, ebenso Erwärmung herbeiführen). Ferner leistet die Zellenmembran der Kalilauge einen mehr oder weniger energischen Widerstand. Sie dürfte aus einem der elastischen Materie verwandten Stoffe bestehen.

Die physiologische Bedeutung des Fettgewebes fällt zum Theil mit derjenigen der Thierfette überhaupt zusammen. Das Fettgewebe wird bei der in der Körperwärme flüssigen Inhaltsmasse seiner Zellen als Vertheiler des Druckes, als Polster wirken, ebenso eine nachgiebige Ausfüllungsmaterie zwischen Körpertheilen bilden müssen. Bei seinem schlechten Wärmeleitungsvermögen muss es die Wärmeabgabe des Körpers, das Erkalten desselben beschränken. Ebenso wird gleich anderen Fetten der fettige Zelleninhalt, namentlich wenn er, aus der Zellenhöhle weggeführt, zur Blutbahn zurückkehrt, durch den atmosphärischen Sauerstoff Zersetzungen erleiden, als deren Endfaktor [nach mancherlei intermediären Produkten [3]] die Bildung von Kohlensäure und Wasser, verbunden mit einer Wärmeentwicklung resultirt.

Die Neutralfette des Fettgewebes stammen aus dem Fette oder den zur Fettumwandlung geneigten Bestandtheilen der Nahrung, womit die reichliche Fettablagerung bei guter Ernährung in Uebereinstimmung ist. Da das Fett der Nahrungsmittel als Neutralfett in die Anfänge der Chylusbahn einkehrt, im Blute verseift getroffen wird, nachträglich aber wieder als Neutralverbindung die Zellenhöhle erfüllt, so entsteht die physiologisch wichtige Frage, was aus dem bei der Verseifung ausscheidenden Glycerin in den thierischen Säften werde, und woher bei nachheriger Spaltung der Seifenverbindung der organische Körper stamme. Hierüber besitzt man zur Zeit noch keine Thatsachen (§ 18). Dass das Protoplasma des Zellenkörpers hierbei eine erhebliche Rolle spielt, dürfen wir indessen nicht wohl behaupten.

Ebensowenig kennen wir gegenwärtig schon die Umsatzreihen, welche die Fetterzeugung aus Eiweisskörpern und Kohlenhydraten herbeiführen [4].

Anmerkung: 1) Interessant ist eine Angabe *Payen*'s (Gaz. des hopitaux Nr. 113, p. 451, 1871), wornach beim Pferde der Schmelzpunkt des Fettgemenges im Knochenmark viel niedriger liegt als im Netz und Unterhautzellgewebe. — 2) Vergl. *Mulder*'s physiol. Chemie S. 619; *Schlossberger* a. a. O. 1. Abth. S. 140; *Gorup*'s physiol. Chemie S. 147. 595 und die schöne Behandlung des Gegenstandes bei *Kühne* S. 365. — 3) Bernsteinsäure dürfte nach den Erfahrungen *Meissner*'s eins jener Produkte sein. Vergl. S. 34. — 4) Man vergl. *C. Voit*, Zeitschr. f. Biologie, Bd. 5, S. 79; *Subbotin*, Beiträge zur Physiologie des Fettgewebes. Kiew 1869. Diss.

§ 124.

Die Entstehung der Fettzellen beim Embryo und das frühere Verhalten des Gewebes kennt man theilweise. Sie findet hier den Gefässbahnen entlang

(*Flemming*, *Toldt*) nach den verschiedenen Stellen früher oder später statt, möglicherweise aus Umwandlung rundlicher, mehr einen embryonalen Typus tragender Zellen (*Virchow*, *Frey*, *Rollett*), oder aus Bindegewebezellen (*Flemming*). Sicherlich kommt es im späteren Leben manchfach zu solchen Fettzellenbildungen im Bindegewebe durch Umformung der Bindegewebezellen.

Indem wir die Entstehung in den Räumen werdender Knochen einem andern Abschnitte überweisen, erörtern wir hier nur die Bildung der Fettzellen im formlosen Bindegewebe.

Die Entstehung findet also vielleicht von sphärischen Zellen statt, welche die Hohlräume des werdenden formlosen Bindegewebes einnehmen (Fig. 195. *c. c*). Indem sich dieselben durch Theilung vermehrten, würden sie zu Gruppen führen, wie sie jene Lücken später erfüllen [1].

Nach den Angaben von *Valentin*, welche ich ebensowenig als *Gerlach* bestätigen kann, sollen bei menschlichen Früchten schon frühe, in der vierzehnten Woche, an der Fusssohle und Hohlhand vereinzelte fettleere Fettzellen zu bemerken sein [2].

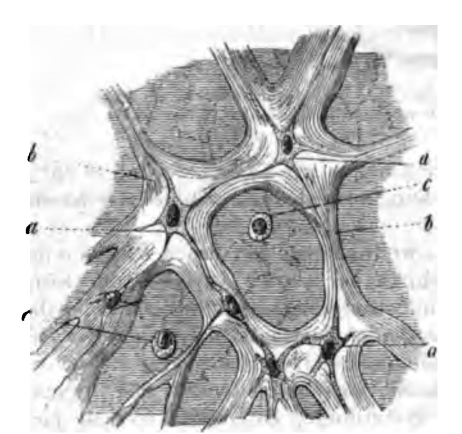


Fig. 195. Gewebe der *Wharton*'schen Sulze des Nabelstrangs, zugleich als Schema der Entwicklung des formlosen Bindegewebes dienend. *a* Bindegewebekörperchen; *b* Bindegewebebalken; *c* kuglige Bildungszellen, möglicherweise in Fettzellen übergehend.

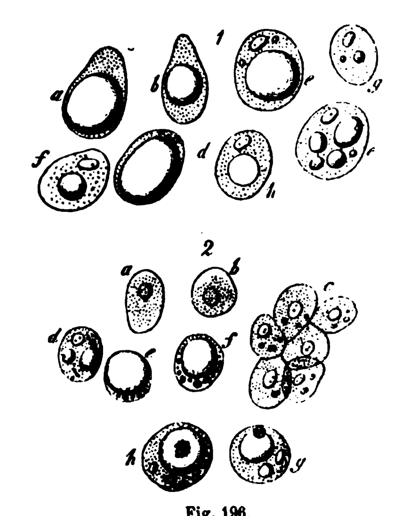


Fig. 196.

In späterer Zeit (Fig. 196. 2) bietet das Fettgewebe ganz eigenthümliche Bilder dar. Es liegen in der charakteristischen Aneinanderdrängung (*c*), polyedrisch abgeplattet und von dem bekannten Gefässnetz umsponnen, ansehnliche kuglige Zellen (*a. b*) mit bläschenförmigem Kerne und einem feinkörnigen Inhalte, aber in der Regel noch ohne Fetttröpfchen. Die Zellen besitzen (für Schafembryonen von etwa 10 Zoll Länge) die halbe Grösse des Ausmaasses vom erwachsenen Thiere, während die Kerne im Mittel 0,0066^{mm} betragen. Sehr schön glaubt man nun die allmähliche Einfüllung des fettigen Inhaltes zu erkennen, welche man in einer Menge verschiedener Stufen nebeneinander beobachten kann, und die uns in umgekehrter Reihenfolge die Bilder der an Fett verarmenden Zelle des reifen Körpers (§ 122) wiederholt. Man sieht einzelne kleine Fetttröpfchen erscheinen (*d*); diese werden dann zahlreicher (*g*), fliessen zu grösseren zusammen (*e. f. h*), und der ursprüngliche feinkörnige Zelleninhalt schwindet mehr und mehr. Im Uebrigen erfolgt bei den einzelnen Säugethieren die Fetteinfüllung bald frühe, bald sehr spät [3].

Indessen, der neueste gründliche Beobachter des Fettgewebes, *Flemming*, erklärt diese Bilder völlig anders. Auch hier sind es an Fett verarmte Zellen. Bei Embryonen und reichlich gefütterten neugebornen Thieren (Fig. 197) entstehen

Fettzellen immer erst nachträglich aus den zelligen Elementen des Bindegewebes. Spätere Untersuchungen werden hier zu entscheiden haben.



Fig. 197. Fettgewebe des neugebornen Kaninchens. Bindegewebezellen in der Mitte, mit Fett erfüllte gleichwerthige Gebilde rechts, Fettzellen links (*Flemming*).

Die sogenannte Membran der Fettzellen halten wir übrigens, ohne es zur Zeit streng beweisen zu können, für eine dem Ding äusserlich aufgebildete Grenzschicht des benachbarten Bindegewebes.

Die Fettzellen früher Lebenszeit sind, wie man seit den Tagen *Raspail*'s weiss, und wie unser Beispiel lehrte beträchtlich kleiner als im Zustande der Körperreife. Aus *Harting*'s [4]) sorgfältigen Messungen ergibt sich, dass beim Neugeborenen die Fettzellen der Orbita das ungefähre halbe Ausmaass, diejenigen der Handfläche étwa den dritten Theil des Durchmessers von denen des Erwachsenen besitzen. *Harting* schliesst hiernach, dass mit der Volumzunahme des Organs nur eine entsprechende Vergrösserung der Zellen stattfinde. Interessant wäre die sichere Beantwortung der von ihm angeregten Frage, ob die Fettzelle des mageren Körpers kleiner ausfällt als die des gut genährten und fettreichen.

Die erwähnten nahen Verwandtschaftsbeziehungen zwischen Fett- und Bindegewebezellen [5]) werden durch weitere Beobachtungen bestätigt. Wie *Virchow*, *Wittich* und *Förster* [6]) angeben, sind atrophische Organe oft umhüllt und durchsetzt von massenhaftem Fettgewebe. Schon früher (Fig. 194) gedachten wir einer derartigen Umwandlung zwischen den Elementen des Muskelgewebes. Hier (Fig. 198) kann man nun in dem die Fleischmasse durchsetzenden laxen Bindegewebe alle Uebergangsformen der Bindegewebekörperchen zu Fettzellen antreffen. Man sieht erstere (*a*) sich allmählich mit kleineren und grösseren Fetttröpfchen füllen (*b*), welche mit einander zu verfliessen beginnen, wobei die anfangs spindel- oder sternförmige Zelle nach und nach (*c*) zur Kugelgestalt der Fettzelle (*d*) ausgedehnt wird. Es gehen somit hier aus Bindegewebekörperchen Fettzellen hervor, was ebenfalls für die Lipome durch *Förster* beobachtet wurde.

Fig. 198. Bindegewebekörperchen eines fettig durchwachsenen menschlichen Muskels im Uebergang zu Fettzellen. *a* Fast unveränderte Bindegewebezelle; *b* mit Fett sich füllende Zellen; *c* solche, deren Ausläufer abnehmen; *d* die fertige Fettzelle.

Auch die Frage nach einer Rückbildung der Fettzellen zu gewöhnlichen spindel- und sternförmigen Bindegewebezellen müssen wir bejahen.

So sah *Koelliker*[7]) nach fortgesetztem Schwund des Fettgewebes im Unterhautzellgewebe die sogenannten serumhaltigen Fettzellen (§ 121) in solche Bindegewebezellen sich umwandeln; auch *Flemming*[8]) fand Aehnliches; ebenso trifft man unter ähnlichen Verhältnissen, z. B. um den Nierenhilus und unter dem Perikardium, das Fettgewebe zu einem förmlichen Schleimgewebe verändert [*Virchow*[9])].

Anmerkung: 1) Man vergl. hierzu eine Stelle bei *Schwann* S. 142; *Virchow*, Untersuchungen über die Entwicklung des Schädelgrundes, Berlin 1857, S. 49. — 2) *Valentin*'s Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen, Berlin 1835, S. 271; *Gerlach* a. a. O. S. 71. — 3) Würzburger Verhandlungen Bd. 7, S. 183. — 4) a. a. O. p. 51. — 5) *Toldt* (a. a. O.), glaubt allerdings das Fettgewebe als etwas von der Bindesubstanz Verschiedenes bezeichnen zu müssen, »als ein Organ eigener Art«, welches weder nach seiner Entwicklung, noch nach histologischem Verhalten, noch nach Funktion dem Bindegewebe zugerechnet werden könne. Wir theilen diese Ansicht durchaus nicht. — 6) *Virchow*'s Archiv Bd. 8, S. 538 (*Virchow*), Bd. 9, S. 194 (*Wittich*) und Bd. 12, S. 203 (*Förster*). — 7) Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 1, S. 20. — 8) a. a. O. — 9) Dessen Archiv Bd. 16, S. 15.

9. Das Bindegewebe.

§ 125.

Mit dem Namen des Bindegewebes[1]) bezeichnet man eine durch den Körper sehr weit verbreitete Masse, welche wiederum aus Zellen oder deren Rudimenten und Interzellularsubstanz besteht. Letztere ist aber hier eine leimgebende, und zwar fast immer kollagene, nur sehr selten und ausnahmsweise (Kornea) eine Chondrin liefernde. Ebenso charakterisirt sich dieselbe durch ihre Neigung zu fibrillärer Zerspaltung, welche dann in der That bei einem jeden gut ausgebildeten Bindegewebe mehr oder weniger vollkommen eingetreten ist, und in Resten ungeformter Substanz die Bindegewebefibrillen mit den Bindegewebebündeln ergibt. Endlich treten in unserem Gewebe, und zwar wiederum durch eine Umwandlung der Interzellularmasse, elastische Elemente auf. Sie bilden Fasern, Fasernetze, durchlöcherte Membranen, Begrenzungsschichten um Bindegewebebündel und gegen Lücken, welche Zellen beherbergen können.

Wenn es nun auch möglich ist, mit diesen wenigen Worten das Eigenthümliche der meisten bindegewebigen Massen unseres Körpers zu bezeichnen, und wenn unter diesen Gesichtspunkten das Bindegewebe vielfach nur eine weitere Entwicklungsform jener Massen darstellt, welche ein vorhergehender Abschnitt als Gallertgewebe behandelt hat, so müssen wir andererseits festhalten, dass gar manche bindegewebige Theile von dem vorausgeschickten Schema mehr oder weniger, nicht selten sogar bis zur Unkenntlichkeit, abweichen. Das Bindegewebe erscheint nämlich unter so manchfachen Gestalten, dass die Grenze unseres Gewebes sehr schwer zu ziehen ist, und jeder Histologe der Gegenwart Dinge Bindegewebe nennt, die sich oftmals sehr weit von dem Bilde einer früheren mikroskopischen Epoche entfernen.

Fragen wir nun aber, um für die Manchfaltigkeit der kommenden Besprechung einen vorläufigen Leitfaden zu gewinnen: welches sind diese Modifikationen? so wäre darüber Folgendes zu bemerken.

Wir erhalten einmal eine Erscheinungsform unseres Gewebes, die sich charakterisirt durch eine sparsame Entwicklung der Zwischensubstanz bei reichlichen und vollkommen ausgebildeten, auf der Stufe einfacher Zellen oder des Zellennetzes stehenden Bindegewebekörperchen. Von fibrillärem Zerfalle jener ist hierbei in der Regel nichts zu bemerken. Die Zellen können den gewöhnlichen homogenen Inhalt bewahren, oder sie vermögen sich mit Körnchen von Melanin zu erfüllen, und ergeben dann die sogenannten sternförmigen Pigmentzellen. Während

bei regelloser Lage der Bindegewebekörperchen die homogene Zwischenmasse keinen deutlichen Zerfall nach einer bestimmten Richtung hin erkennen lässt, treffen wir andererseits in bindegewebigen Theilen die Zellen reihenweise geordnet, und jetzt gewinnt die Interzellularsubstanz eine Spaltbarkeit in der durch die Zellenlagerung vorgezeichneten Direktion; sie zerklüftet sich in Bänder und Platten.

Beiderlei Zellenlagerungen führen uns nun allmählich, indem die Zwischenmasse faltig, streifig und endlich fibrillär wird, zu ausgebildetem Bindegewebe. Hierbei — und es kommt so eine neue Verschiedenartigkeit in das Gewebe hinein — behaupten die Bindegewebekörperchen entweder den ursprünglichen Zellencharakter, oder sie sind bis auf ihre Kerne geschwunden. Nicht minder wechselnd gestaltet sich die Menge dieser Zellen und Zellenreste in den verschiedenen bindegewebigen Strukturen. Endlich zeigen die elastischen Elemente, deren Manchfaltigkeit schon oben berührt worden ist, nach dem Auftreten dieser oder jener Form, sowie namentlich durch ein bald sehr spärliches, bald ungemein reichliches Vorkommen, die grössten Verschiedenheiten.

Unser gegenwärtiges Wissen vom Bindegewebe lässt leider noch sehr viel zu wünschen übrig. Einmal sind uns die Grenzen des Gewebes hier und da unbekannt; dann bedürfen die Entwicklungsreihen bindegewebiger Theile vielfach einer gründlicheren Erforschung, als sie ihnen bisher geworden ist. Endlich bietet das Gewebe der Untersuchung vielfache Schwierigkeiten. In der Regel verdecken die sogenannten Bindegewebefibrillen alle übrigen Elemente. Letztere lassen sich alsdann erst nach chemischen Eingriffen erkennen. Diese aber führen namentlich bei den Zellen gewaltige Umänderungen herbei. Solche Zerrbilder und die normale lebendige Bindegewebezelle sind sehr verschiedene Dinge. Die letztere kennen wir bis zur Stunde nur sehr ungenügend.

Anmerkung: 1) In der Anfangsperiode der neueren Gewebelehre erscheint das Bindegewebe (*J. Müller*'s Physiologie Bd. I, S. 410. Koblenz 1835) als eine aus feinen wasserhellen Fäden (die sich theils kreuzen, theils bündelweise verbinden) bestehende Masse ohne weitere namentlich zellige Elementartheile. Erst später lernte man die Zellen kennen. Für die Geschichte des Bindegewebes verweisen wir auf den letzten § dieses Abschnittes.

§ 126.



Fig. 199. Bindegewebebündel (links einige isolirte Fibrillen) in reichlicher homogener Zwischensubstanz.

Wir wenden uns sogleich zur Erörterung der Elemente des typischen Bindegewebes, und besprechen zunächst den am längsten bekannten und auch charakteristischsten Theil des Gewebes, die leimgebende Fibrille. Dieselbe erscheint in Gestalt eines sehr feinen, dehnbaren und zugleich elastischen Fadens von wasserhellem Ansehen, einer etwa 0,0007^{mm} betragenden Dicke und ohne alle Verästelung[1]).

Diese Primitivfibrillen des Bindegewebes (Fig. 199) verbinden sich in sehr wechselnder Anzahl zu Bündeln und Strängen von höchst ungleicher Stärke, können aber durch die einfache mechanische Präparation, ebenso auf chemischem Wege [*Rollett*[2])] ziemlich leicht in ansehnlicher Länge von einander abgespalten

werden. Die Elastizität des Fadens führt an dem Bindegewebebündel einen eigenthümlichen, zierlich lockigen oder wellenförmigen Verlauf sehr häufig herbei, der vielen Theilen ein schon ohne Mikroskop erkennbares gebändertes und quergestreiftes Ansehen verleiht. Die Verflechtung der Bündel ist im Uebrigen eine verschiedene. In manchen Fällen laufen sie in derselben Ebene neben einander her, wobei oftmals ein ansehnlicher Rest unverändert gebliebener homogener Zwischensubstanz erscheint, als blasse dünne Lamelle die einzelnen Stränge verbindend. Wiederum in anderen Fällen ordnen sich die Bündel regelmässig parallel und zwar viel dichter zusammen, so dass der Rest der unveränderten Interzellularmasse sehr zurücktritt (beispielsweise an einer Sehne). Endlich verflechten sich bald mehr wirre, bald auch mehr regulär und rechtwinklig die Bindegewebebündel in einer Weise, dass keine Richtung des Verlaufes zur vorherrschenden wird (Sklera). Es versteht sich nach diesem, dass bindegewebige Theile in Ansehen, Konsistenz etc. sehr verschieden ausfallen müssen.

Die Bindegewebebündel besitzen nach der Menge der sie bildenden Fibrillen einen bald geringeren, bald stärkeren Quermesser. Indem jene wiederum zu stärkeren Strängen sich vereinigen u. s. w., kann man zwischen primären, sekundären und tertiären unterscheiden.

Wichtiger ist die Frage, ob jene Zusammenfassungen der Fibrillen hüllenlos und nackt sind, oder ob eine homogene Substanz scheidenartig verdichtet den Strang umhüllt. Als Regel dürfte ersteres Verhalten fest zu halten sein. Doch gewahren wir an manchen Stellen, wo das Bindegewebe locker zusammengefügt ist, wie z. B. im Unterhautzellgewebe und noch schöner an der Gehirnbasis, gar nicht selten Bündel, welche von bald dünnerer, bald stärkerer Hülle umgeben werden. Diese kann die gewöhnliche leimgebende Natur bewahrt, aber auch eine nachträgliche Umwandlung zu elastischer Masse erfahren haben (s. u.).

Die Essigsäure ist als wichtiges Reagens für die Untersuchung des uns beschäftigenden Gewebes zu grossem Ansehen gelangt. Die Bindegewebebündel, welche entsprechend ihrer kollagenen Natur sich durch eine gewisse Unlöslichkeit auszeichnen, verlieren durch die Einwirkung jener Säure rasch ihr faseriges Ansehen, und werden unter starker Aufquellung wasserklar, durchsichtig. In dem so aufgehellten Gewebe, welches bei seiner Aufblähung nicht selten ein quergestreiftes Ansehen der Bündel darbietet, treten nun die elastischen Fasern und Netze auf das Schönste hervor, wie wir auch die veränderten Bindegewebezellen wahrnehmen. Die verschiedenen Mengenverhältnisse elastischer Theile kann man schon ohne Mikroskop bei Anwendung des Reagens taxiren, indem ein an ihnen sehr reiches Bindegewebe sich nur unerheblich aufhellt u. s. w.

Dass keinerlei Auflösung der Bindegewebebündel durch die Essigsäure stattfindet, ist leicht zu zeigen. Ein Stückchen mit Wasser gut ausgewaschenen angesäuerten Gewebes lässt die Fibrillen wieder sichtbar werden.

Anmerkung: 1) Indem die Bindegewebefibrillen so höchst fein und nur in Bündeln zusammenliegend erscheinen, wird es begreiflich, dass man in einer nicht lange verflossenen Zeit die Existenz jener als natürlicher Gebilde ganz läugnen konnte. Es ist dieses (S. 173, Anmerk. 1) von *Reichert* in seiner sonst so wichtigen und anregenden, früher erwähnten Arbeit geschehen. Nach seiner Annahme, bestünde die Grundmasse bindegewebiger Theile aus homogener, strukturloser Substanz, mit der Neigung, sich in feine Falten zusammenzulegen, welche letztere das Bild der Fibrille ergeben sollten, ebenso mit einer Spaltbarkeit in derselben Richtung begabt. Wenn auch eine frühere Zeit den Bau des Bindegewebes viel zu uniform angenommen und die Reste wasserheller Zwischensubstanz häufig übersehen hatte, so wird doch jede vorurtheilsfreie Prüfung die Unhaltbarkeit dieser *Reichert*'schen Theorie ergeben. Schon ein Stückchen lebendes Bindegewebe zeigt die Fibrillen. Ebenso spricht die Untersuchung mittelst des Polarisationsmikroskops für die Gegenwart jener (*Frey*'s Mikroskop 5. Aufl. S. 167), sowie subkutane Gelatine-Injektionen. An Querschnitten, z. B. von Sehnen, bemerkt man ein fein punktirtes Wesen, welches manche Beobachter für die Querschnitte der uns beschäftigenden Fibrillen erklärt haben. Wir verweisen neben Anderen auf die Darstellung *Rollett*'s im *Stricker*'schen Hand-

buch (S. 38). — 2) Nachdem *Henle* (Bericht für 1857, S. 35) gezeigt hatte, wie die Fasern durch eine abwechselnde Behandlung mit Reagentien, die eine Quellung und dann wieder eine Schrumpfung herbeiführen, isolirt werden können, z. B. verdünnter und konzentrirter Salpeter- oder Salzsäure, fand *Rollett* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 30, S. 37), dass Einlegen in Kalkwasser — und weit rascher in Barytwasser — die Kittsubstanz der Fibrillenbündel löst, so dass die Fasern jetzt sehr leicht ausgebreitet werden können. Nach diesem Beobachter zerfällt das Bindegewebe durch die betreffenden Reagentien entweder sogleich in Fibrillen oder in Bündel, die erst nach fortgesetzter Mazeration in die Fibrillen zerfahren. Darauf hin möchte *Rollett* zwei Formen der Bindegewebefaserung unterscheiden. Für die erstere liefert die Sehne ein Vorbild, und hierhin zählt der Verfasser die Bündel der Sklera, der Aponeurosen, der fibrösen Gelenkbänder, der Dura mater, der Zwischenknochenbänder. Den Zerfall zweiter Art zeigen Lederhaut, Konjunktiva, Unterhautzellgewebe, Submukosa des Darms, *Tunica adventitia* der Gefässe. Unserer Ansicht nach handelt es sich hier nur um quantitative Verschiedenheiten.

§ 127.

Die im vorhergehenden § erwähnten Aufhellungsmittel des Bindegewebes führen uns also auch zur Wahrnehmung der diesem eingebetteten elastischen Elemente. Sie alle, so sehr ihre Erscheinungsform wechselt, kommen in einem grossen Widerstandsvermögen nicht bloss gegen Säuren, sondern auch gegen Kalilauge überein. Letztere bildet für sie das wichtigste Erkennungsmittel.

Das gewöhnlichste Vorkommniss stellen die elastischen Fasern her. Sie werden bald sehr fein, bald von nicht unansehnlicher Stärke, bald unverästelt, bald verzweigt getroffen.

Die feinsten elastischen Fasern (Fig. 200. *a*) hatte man früher mit dem Namen der Kernfasern belegt [*Gerber* [1]), *Henle* [2])], indem man sie irrthümlich aus der Verschmelzung spindelförmig verlängerter Kerne wollte entstehen lassen. Sie bilden häufige Bestandtheile des Bindegewebes mancher Körperstellen, so z. B. des lose gefügten unter der Haut. Ihr Querdurchmesser kann dem einer Bindegewebefibrille gleich sein; aber die dunkle Kontour und ein weit mehr gewundenes, manchmal korkzieherartiges, bald unregelmässig gekrümmtes, oft knauelförmig zusammengeschnurrtes Ansehen lässt sie leicht erkennen. Letzteres ist Folge ihrer Elastizität, sowie der Durchschneidung und des von der Essigsäure bewirkten Aufquellens des Bindegewebes. Ob alle diese feinsten Fasern solide sind, oder ob etwa ein Theil derselben hohl ist, wissen wir noch nicht [3]).

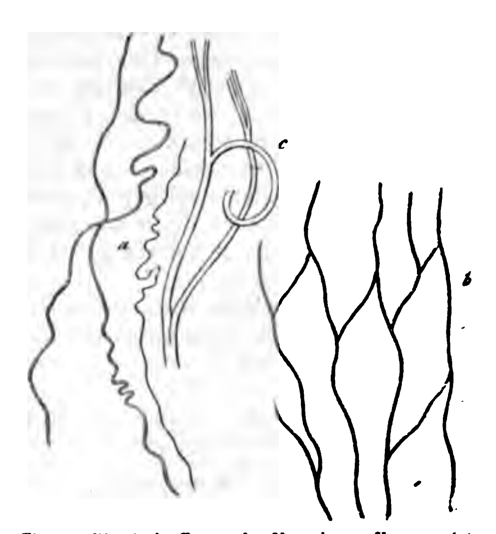


Fig. 200. Elastische Fasern des Menschen. *a* Unverzweigte, feinste und feinere; *b* ein Netzwerk feinerer elastischer Fasern; *c* eine verästelte dicke Faser.

Indem Astbildungen an solchen feinsten Fasern auftreten, und immer häufiger werden, wobei die Querdurchmesser der Röhren auf 0,0014—0,0022^{mm} steigen kann, gelangen wir zu einem elastischen Netze (*b*). Dieses bietet wieder nach seiner Maschenweite manchen Wechsel dar, hält aber mit seinen Hauptfasern den Längsverlauf der Bindegewebebündel ein.

Von diesen elastischen Fasern finden sich nun Uebergänge zu immer breiteren und dickeren (*c*) entschieden soliden Faserformen, welche gegenüber den *so dehnbaren feinsten* Fasern eine oft ansehnliche Sprödigkeit und Brüchigkeit

erkennen lassen, so dass die Präparation bei manchen Sorten derselben häufig nur kurze Fragmente uns liefert.

In dieser Weise sind die gelben Bänder der Wirbelsäule ungemein reich an elastischen Fasern von 0,0056—0,0065^{mm}, welche meistens bogenförmig gekrümmt zur Beobachtung kommen und ziemlich zahlreiche Aeste abgeben, die ebenfalls haken- oder rankenartig erscheinen, und oft eine bedeutende Feinheit erlangen können.

Derartige starke elastische Fasern haben beim Neugeborenen noch einen geringen Querdurchmesser. Ueberhaupt ist eine gewisse Körpergrösse des Säugethiers erforderlich, damit es zur Bildung dieser breiten elastischen Fasern komme. Kleinere Geschöpfe zeigen nur feinere.

Die Menge des fibrillären Bindegewebes zwischen ihnen fällt sehr verschieden aus. Letzteres, an manchen Stellen noch ziemlich reichlich, wird an anderen spärlicher und oft zum Verschwinden gering. In letzteren Fällen pflegten frühere Forscher »elastisches Gewebe« zu erblicken.

Es dürfte nun kaum ein passenderes Objekt geben, um derartiges elastisches Gewebe in all seiner Manchfaltigkeit zu studiren als das Wandungssystem grosser Arterien, namentlich bei Säugethieren von einem bedeutenden Ausmaasse des Körpers.



Fig. 201. Aus der mittleren Gefasshaut der Karotis des Ochsen. *a* Eine Membran mit einem Netzwerk elastischer Fasern feinster Art; *b* eine ähnliche Haut, welche streckenweise durchlöchert ist.



Fig. 202. Aus der mittleren und äusseren Gefässhaut der Aorta. 1. Eine elastische Membran des Ochsen von zahlreichen Löchern (*a*) durchbrochen mit dazwischen befindlichen Balken *b. c*; 2. ein Netz sehr breiter elastischer Fasern des Walfisches, welche theilweise fein durchlöchert sind.



Fig. 203. Ein recht dichtes Netzwerk sehr breiter elastischer Fasern aus der mittleren Gefässhaut der Ochsen-Aorta mit verbindender homogener hautartiger Zwischenmasse.

Man begegnet (Fig. 201. *a*) hier dünnen elastischen Membranen, wo eine homogene Zwischensubstanz ein Netz ganz feiner elastischer Fasern darbietet, oder man trifft die membranöse Zwischenmasse von verschiedenartigen Löchern durchbrochen (Fig. 201. *b*) (sogenannte gefensterte Haut von *Henle*). Ebenso begegnet man ganz einförmigen elastischen Häuten ohne eingelagerte Fasern (Fig. 202. 1), die ebenfalls durchlöchert (*a*) ihre Substanzreste in Form von Balken und breiten unregelmässigen Fasern (*b. c*) gewahren lassen. Zwischen ihnen und einem dicht stehenden Balkenwerke sehr breiter elastischer Fasern (Fig. 202. 2) wird dann oftmals die Unterscheidung schwierig und unsicher. Günstigere Objekte bilden jene dichten Netze mit homogener Zwischensubstanz, wie sie Fig. 203 vorführt.

Da, wo es sich um sehr breite elastische Fasern handelt, können die Ränder derselben hier und da einmal sägeförmig gezähnelt sein. Häufiger werden die Fasern selbst von sehr feinen Löchelchen durchbrochen. Letzteres trifft man sehr gewöhnlich in den äusseren Schichten der Aorta des Walfisches, wo die Fasern 0,0056, ja 0,0075—0,0088^{mm} messen [4]).

Anmerkung: 1) Vergl. dessen Handb. der allgem. Anatomie des Menschen und der Haussäugethiere. Bern und Chur 1840, S. 70. — 2) a. a. O. S. 193. — 3) Ich glaubte mich vor Jahren im Unterhautzellgewebe von dem Hohlsein mancher feinsten elastischen Fasern durch die Karmintinktion überzeugt zu haben, bin aber über die Beweiskraft solcher Bilder sehr zweifelhaft geworden. *Recklinghausen* (die Lymphgefässe etc. S. 59) ist nach der Anwendung von Höllensteinlösung zu Ansichten elastischer Fasern gelangt, welche ihm ein Hohlsein wenigstens wahrscheinlich machen. Auch *V. von Ebner* (in *Rollett*'s Untersuchungen Heft 1, S. 35) erkannte nach Reagentien an den elastischen Fasern des Nackenbandes eine Verschiedenheit des Axen- und Rindentheiles. — 4) Ueber das elastische Gewebe vergl. man *Henle* in der allgem. Anat., S. 399 und im Jahresbericht für 1851, S. 22; ferner *Koelliker*'s Handbuch, 5te Aufl., S. 69, sowie Würzburg. naturwiss. Zeitschrift Bd. 2, S. 143 und *Leydig*, a. a. O. S. 27.

§ 128.

Nachdem wir die gewöhnlichen Vorkommnisse der elastischen Fasern und Netze kennen gelernt haben, müssen wir die zu elastischer Masse umgewandelten Grenzschichten mancher Bindegewebebündel betrachten.

Die Bindegewebebündel, welche von der Arachnoidea an der Gehirnbasis zu grösseren Gefässen gehen (Fig. 204) (aber auch einzelne Bündel des losen Zellgewebes unter serösen Häuten und der Lederhaut, ja selbst der Sehnen) zeigen uns ein interessantes Beispiel der künstlichen Erzeugung von Gebilden, welche ringförmigen oder spiraligen elastischen Fasern auf das Haar gleichen, und auch für solche genommen worden sind. Man bedient sich hierzu der Essigsäure (oder eines längeren Liegens in Wasser).



Fig. 204. Ein Bindegewebebündel von der Basis des Gehirns beim Menschen, mit Essigsäure behandelt.

Man gewinnt einmal Bündel, wo die elastische Hülle durch die Einwirkung des Reagens zwar aufgequollen und ausgedehnt, aber unzerrissen erscheint, und wo alsdann ein doppeltes Ansehen die Folge sein kann. Erstens bläht sich die gequollene Bindegewebesubstanz bauchig von Strecke zu Strecke auf, so dass ringförmige öder auch zuweilen schwach spiralig verlaufende Einschnürungen der Hülle entstehen (Fig. 205. 1. 2. *c*), oder die Aufblähung ist eine mehr seitliche und die Furchen erscheinen deutlicher und bestimmter spiralig (4). Alle diese Furchen charakterisiren sich durch die zarte, niemals doppelt begrenzte Linie. Zum Ueberflusse lässt sich alsdann auch noch die Existenz einer Hülle am Schnittende des Bündels (2. *d*) darthun; ebenso, wenn jene sich einmal in Folge des Eindringens von Flüssigkeit von der Inhaltsmasse abgehoben hat (1. *a*).

Sehr häufig jedoch kommt es an einem solchen Bindegewebebündel zu mehrfachen Querrissen der elastischen Hülle. Indem alsdann die bindegewebige Inhaltsmasse stark kuglig hervorquillt, wird das Stück der Hülle mehr und mehr zusammengedrückt, eine Verkürzung, welche bei der Elastizität jener schnell weiter fortschreitet. So bemerkt man anfänglich das Fragment der Scheide noch länger und quergerunzelt

(3. *b*); bald aber, namentlich wenn von beiden Enden der gerissenen Scheide hervorgequollene Inhaltsmasse auf letztere zusammenschiebend einwirkt, zieht sich das Hüllenstück auf einen feinen kurzen und dunkel gerandeten Ring zusammen (2. *a*, 3. *a*); seltener in Folge eines spiraligen Einreissens auf ein spiralig verlaufendes faserartig erscheinendes Gebilde. Ohne die Herkunft zu kennen würde man leicht in so zusammengeschnurrten Hüllenfragmenten elastische Fasern gröberer Art, die in Gestalt von Ringen oder Spiralen ein Bindegewebebündel umwickeln, erblicken können [1]). Es ist von Interesse, dass Baumwollenfäden bei Einwirkung von Kupferoxyd-Ammoniak die gleichen Veränderungen eingehen, welche hier ausserordentlich leicht in allen Phasen zu beobachten sind [2]). Es dürfte somit keinem Zweifel unterliegen, dass elastische Membranen in Folge eines totalen Durchreissens sich zu faserähnlichen Gebilden zusammenziehen können.

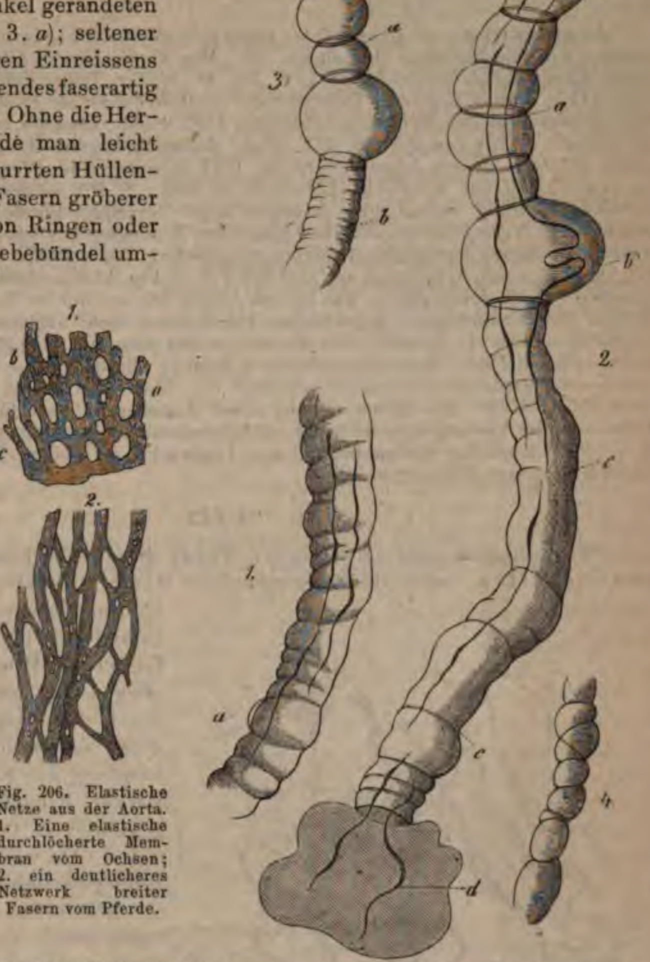


Fig. 206. Elastische Netze aus der Aorta. 1. Eine elastische durchlöcherte Membran vom Ochsen; 2. ein deutlicheres Netzwerk breiter Fasern vom Pferde.

Fig 205. Bindegewebebündel von der Basis des menschlichen Gehirns mit Essigsäure behandelt und zum Theil mit mehr oder weniger entwickelten elastischen Fasern im Innern. 1. Ein Bündel mit nicht zerrissener, aber quergerunzelter Hülle, welche bei *a* eine kleine Strecke weit abgehoben erscheint. 2. Ein Bündel mit ringförmig zusammengeschobenen Querstücken der Scheide *a*, einer starken Aufquellung der bindegewebigen Substanz bei *b* und einem langen Stücke der gerunzelten Hülle *c c*, aus dessen Schnittende bei *d* Inhaltsmasse hervorquillt. 3. Ein Bündel mit ringförmigen Fragmenten der Hülle *a* und einem grösseren Stücke der letzteren *b* in stärkerer Querrunzlung. 4. Ein kleineres Bündel mit unversehrter, eingeschnürter Scheide.

Der Gedanke muss sich ohne Weiteres aufdrängen, ob nicht etwas Aehnliches, wie wir es hier als Kunstprodukt kennen gelernt haben, auch als ein normales Verhältniss an manchen elastischen Häuten des Organismus vorkomme; ob nicht durch ein partielles Schwinden oder Einreissen der Substanz eine derartige Membran in ein Netz elastischer Balken und Fasern sich verwandeln könne, wobei noch die Substanzbrücken einer solchen durchlöcherten Haut vermöge ihrer Elastizität auf eine geringere Ausdehnung zusammenschnurren dürften.

Es scheint in der That auch kaum einem Zweifel zu unterliegen, dass Netze breiter elastischer Fasern oder platter Balken, wie wir sie in der mittleren Haut-

lage starker Blutgefässe bei grossen Säugethieren antreffen (Fig. 206), vielfach in der eben ausgesprochenen Weise entstanden sind. Auch dürfte, indem Stellen einer elastischen Haut sich faltenartig und streifenförmig verdicken, ein Netzwerk elastischen Gewebes die Folge sein (Fig. 203)[3].

Anmerkung: 1) Ueber dieses Strukturverhältniss liegt eine reiche Literatur, verbunden mit verschiedenen Deutungen, vor. Man vergl. *Henle*'s allg. Anat., S. 194 und 351, sowie dessen Jahresbericht für 1851, S. 25; *H. Müller*, Ueber den Bau der Molen. Würzburg 1847; ferner *Reichert*'s Jahresbericht in *Müller*'s Archiv 1852, S. 96; *Luschka*, Der *Nervus phrenicus* des Menschen. Tübingen 1852, S. 64; *Leydig*'s Lehrbuch, S. 30; *Klopsch* in *Müller*'s Archiv von 1857, S. 417. Eine abermalige Behandlung erfuhr der Gegenstand durch *Henle* (s. dessen Jahresbericht für 1857 in seiner und *Pfeufer*'s Zeitschrift, S. 37). In neuerer Zeit hat *Koelliker* (Lehrbuch, 5. Aufl., S. 79) wiederum behauptet, dass die »schmalen spiralig verlaufenden faserigen Züge« derartiger Bündel wirkliche Fasern seien, indem beim Neugeborenen die jene bildenden Bindegewebekörperchen noch zu erkennen wären, und darauf bezügliche Abbildungen geliefert. Auch *Rollett* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 30, S. 71) nahm Aehnliches an, und hat Tab. 2, Fig. 12 eine darauf bezügliche Abbildung gegeben. Nach demjenigen, was ich sah, kann ich von der im Texte gegebenen, auf den Körper des Erwachsenen gegründeten Darstellung nicht abgehen. Näheres enthält die Dissertation von *A. Bandlin*, Zur Kenntniss der umspinnenden Spiralfasern des Bindegewebes. Zürich 1858. Beim Neugeborenen kommt allerdings eine Umhüllung des Bündels durch ein abgeplattetes Zellennetz mitunter vor. Man vergl. hierzu noch *Boll* Arch. f. mikr. Anat. Bd. 7, S. 305. Wir halten manche seiner Angaben indessen für unrichtig. — 2) Vergl. *Cramer* in der Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 3. Jahrgang, S. 1. — 3) Auch das Vorkommen kleiner Löchelchen in breiten elastischen Fasern spricht für eine derartige Bildungsweise.

§ 129.

Wir kommen zum schwierigsten Theile dieses Abschnittes, zu den Bindegewebezellen oder den sogenannten Bindegewebekörperchen einer älteren Epoche. Sie bilden das physiologisch wichtigste Element unseres Gewebes. Wie schon oben bemerkt, pflegen in der Regel diese Zellen durch die Menge der Fibrillen verdeckt zu werden und erst nach Anwendung der Essigsäure und anderer starker Eingriffe aus der glasartig gequollenen Grundmasse hervorzutreten. Da wo es einmal gelingt, die Bindegewebezelle noch lebend und unverändert zu erkennen, ist sie weit verschieden von jenen durch Reagentien verwandelten Körpern.

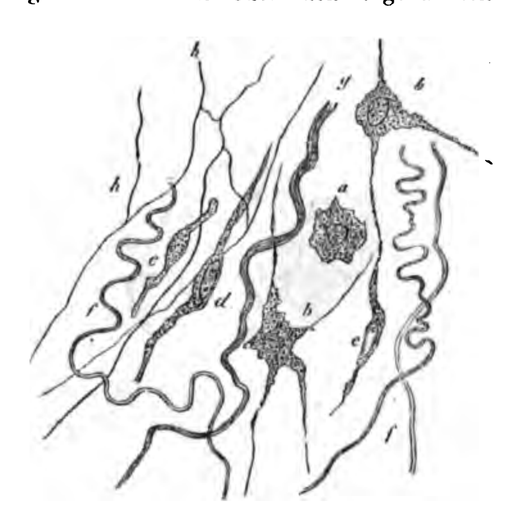


Fig. 207. Ein Stückchen lebendes Bindegewebe des Frosches, zwischen den Oberschenkelmuskeln herausgeschnitten (mit starker Vergrösserung). *a* Kontrahirte blasse Zelle mit einem dunkleren Klümpchen im Innern; *b* strahlig ausgestreckte Bindegewebekörperchen; *c* ein solches mit bläschenformigem Nukleus; *d* und *e* bewegungslose grobkörnigere Zellen; *f* Fibrillen; *g* Bündel des Bindegewebes; *h* elastisches Fasernetz.

Neben den ächten Bindegewebezellen scheinen alle die uns beschäftigenden Massen noch ein zweites Element, die aus der Blut- und Lymphbahn ausgetretene, wandernde Lymphoidzelle zu enthalten[1]. Man konnte also die Zellen des Bindegewebes in »fixe« und »wandernde« trennen.

Wenden wir uns zunächst zum Lebendigen.

Eine vortreffliche Stelle, um solches Bindegewebe zu gewinnen, haben wir unlängst durch *Kühne*[2]) kennen gelernt. Es sind dünne wasserklare Plättchen, welche zwischen den Schenkelmuskeln der Hinterbeine beim Frosch vorkommen.

Eine solche Lamelle (Fig. 207) zeigt in äusserst weicher gequollener glasartiger Grundmasse einmal die Fibrillen und Bündel des Bindegewebes (*f. g*) sowie ein Netzwerk höchst feiner elastischer Fasern (*h*). Dann erblickt man (freilich nicht in der gedrängten Stellung unserer Zeichnung, sondern in etwas grösseren Abständen) die gesuchten Zellen (*a*—*e*). Dieselben sind alle hüllenlos und in mehreren Varietäten auftretend. Am häufigsten findet man höchst manchfaltig gestaltete, aus sehr zartem Protoplasma bestehende, abgeplattete Gebilde, welche einen Kern nicht erkennen lassen, sondern statt seiner eine etwas dunklere Stelle zeigen (*a*). Die erwähnten Zellen senden einige Ausläufer ab, welche eine beträchtliche Länge gewinnen, und mit denen benachbarter Zellen zusammenstossen können (*b*). Sehr starke Vergrösserungen lassen neben jenen langen Fortsätzen noch eine grosse Menge ganz kurzer blasser Ausläufer bemerken, so dass ein förmlich gezackter Kontour entstehen kann. Andere der Bindegewebezellen pflegen etwas schärfer begrenzt zu sein, und einen bläschenförmigen Kern darzubieten (*b*. oben, *c*). Ihre Ausläufer, geringer an Zahl, verbinden sie sowohl untereinander als mit den Zellen der ersten Varietät. Endlich erscheinen, durch eine trübe Beschaffenheit des Protoplasma ausgezeichnet, gewöhnlich in wurst- oder zylinderartigen Gestalten Zellen einer dritten Form (*d*. *e*), an denen man einen bläschenförmigen Kern gewahren kann[3].

Mit Ausnahme jener letzterwähnten grobkörnigeren Gebilde sind diese Bindegewebezellen mit einer zwar sehr trägen, aber unverkennbar vitalen Kontraktilität versehen; ihre Formen ändern, die Ausläufer beginnen, treiben vor, verbinden sich mit denjenigen benachbarter Zellen und lösen sich wieder. Von gebahnten Wegen für derartige Zellenfortsätze erblickt man nichts; die fast schleimige Weichheit der homogenen Zwischenmasse gestattet den sich bildenden Ausläufern überall eine Bahn.

Auch aus andern Organen und aus den Körpern anderer Thiere hat man derartige kontraktile Bindegewebekörperchen beobachtet, so dass es sich möglicherweise hier um eine weit verbreitete Eigenschaft jener Gebilde handelt[4].

Kehren wir noch für einen Augenblick zu unseren Bindegewebezellen des Frosches zurück. Schon ein Tropfen Wasser bringt eine Veränderung des Kerns und namentlich des Protoplasma herbei, welches sich um den ersteren zu einem feinen Netzwerk zusammenzieht. Noch nachhaltiger wirkt die Essigsäure, welche den Kern aus dem kontrahirten Protoplasma dunkler hervortreten und um die Zellen einen deutlich kontourirten Hof erscheinen lässt. Es kann diese von der veränderten Zwischensubstanz gebildete Umgrenzungslinie des Bindegewebekörperchens das Bild einer Zellenmembran vortäuschen[5].

Anmerkung: 1) *Recklinghausen* in *Virchow*'s Archiv Bd. 28, S. 157; *F. Hoffmann* eben daselbst Bd. 42, S. 204. — 2) Man vergl. die schönen Untersuchungen *Kühne*'s in dessen Schrift über das Protoplasma S. 109. Es ist leicht sich von der Richtigkeit seiner Angaben vollständig zu überzeugen. Ferner s. man *Rollett* in *Stricker*'s Histologie S. 38. — 3) Diese dunkleren Bindegewebezellen erkennt man noch am leichtesten aus einem stärker fibrillären Bindegewebe. — 4) Man vergl. darüber den nachfolgenden Abschnitt über die Hornhaut. — 5) Ganz ähnliche Lücken fand *Kühne* ohne eine Zelle.

§ 130.

Nach dem im vorhergehenden § Erwähnten werden wir bei der Untersuchung des menschlichen Bindegewebes vorläufig darauf verzichten müssen, die Zelle in ihrem unveränderten Wesen zu treffen; im glücklichsten Falle dürften wir ihr abgestorben in noch wenig verunstaltetem Zustande begegnen. Die Essigsäure, welche früher das Hauptmittel bei den Studien der Bindegewebezellen höherer Thiere war, übt eine gewaltige quellende Einwirkung auf die Zwischensubstanz, so dass jene zelligen Elemente zu den sonderbarsten und widernatürlichsten Formen zusammengepresst werden. Jenes Reagens hat zahllose Irrthümer veranlasst, und lange Jahre hindurch unsere Vorstellungen über das Bindegewebe bestimmt.

Was wissen wir nun zur Zeit aber über jene Elemente?

Nicht viel — müssen wir bekennen. Doch Einiges haben genauere Untersuchungen gelehrt. Die Bindegewebezelle des erwachsenen Körpers ist sehr häufig (wohl aber nicht immer) ein abgeflachtes Gebilde, eine kernführende Platte, welche noch etwas Protoplasma in der Umgebung des Nukleus zu bewahren pflegt, an ihren Randtheilen dagegen so dünn und zart wird, dass es der grössten Aufmerksamkeit bedarf, das Ding überhaupt bis zu seiner Abgrenzung zu verfolgen. Eine solche Erkennung wird ausserdem dadurch bedeutend erschwert, dass jene Zellen nicht in einer Ebene zu liegen pflegen, sondern sich in engen variablen Zwischenräumen auf das Verschiedenste zu krümmen und zu knicken gezwungen sind.

Schon vor langen Jahren hatte *Henle* [1]) in den Sehnen Reihen eigenthümlicher abgeplatteter kernführender Zellen (an Epithelien erinnernd) zwischen den Bündeln gesehen. *Ranvier* [2]), ein ausgezeichneter französischer Forscher, hat uns dieselben aus den Schwanzsehnen der Nagethiere näher kennen gelehrt, aber zugleich auch den Irrthum begangen sie für eingerollte röhrenartige Elemente zu nehmen [3]).

Zur Orientirung verweisen wir auf unsere Fig. 208.

Doch wie verschieden fällt dieses System gebogener, die Oberfläche des Sehnenbündels unvollkommen umscheidender Zellen aus! Uebermässige Anspannung wandelt sie zu höchst schmalen langen kernhaltigen Dingen, wie Fasern um,

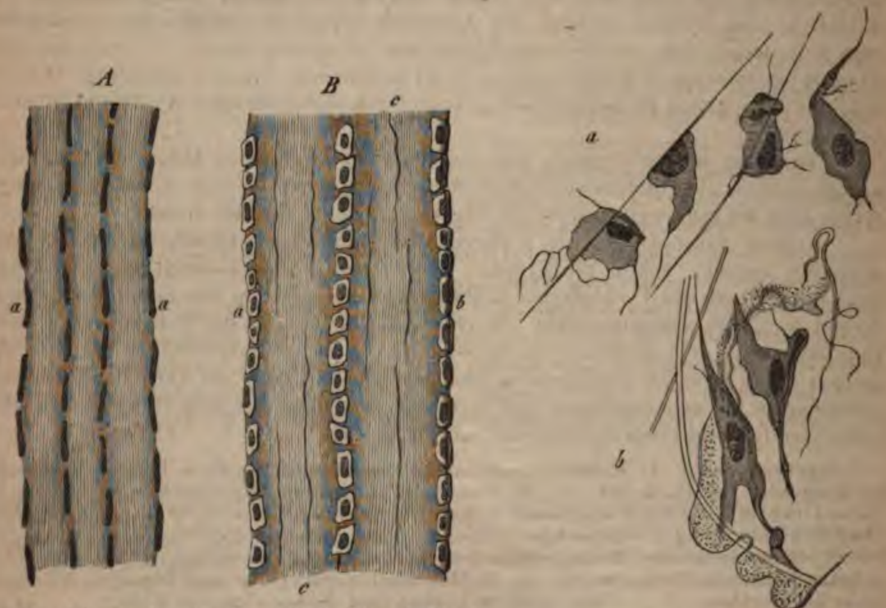


Fig. 208. Schwanzsehne eines jungen Kaninchens. *A*. Die gespannte Sehne bei 200-, *B* die weniger gedehnte Sehne bei 300facher Vergrösserung. *a* Sehnenzellen, bei *b* mit der Falte; *c* feinste elastische Fasern.

Fig. 209. Zellen aus dem formlosen Bindegewebe des neugebornen Kaninchens (*a*) und erwachsenen Meerschweinchens (*b*).

während ein Zusammenschrumpfen unsere platten Zellen zu kräuseln und zu verwerfen vermag.

Indessen nicht die Sehne allein zeigt diese platten Zellen. Für die Hornhaut des Auges behauptete ihre Gegenwart ein frühverstorbener ausgezeichneter Beobachter, *Schweigger-Seidel* [4]). In dem weichen formlosen ausfüllenden Bindegewebe hat sie *Flemming* [5]) mit ihren sonderbar gezackten und zerknitterten Gestalten genau geschildert. Seine Zeichnungen, unsere Fig. 209, liefern ein getreues Bild.

Doch trotz aller Arbeiten befinden wir uns noch immer hinsichtlich der Bindegewebezelle in einer Periode des Anfangs. Vergesse man das nicht.

Um eben Erwähntes zu versinnlichen, wiederholen wir noch am Schlusse dieses § die bildliche Darstellung Fig. 210. Es sind zellige Elemente des Bindegewebes, verunstaltet durch die Einwirkung der Essigsäure. Bei *a b b* erkennt man zwar noch leidlich einfachere Zellen des fötalen Bindegewebes, sowie bei *c d d* Kernzellen. *e—i* liefern dagegen nur gewaltige Artefakte, Zerrbilder, welche freilich in der Geschichte der normalen und pathologischen Histologie eine Rolle gespielt haben.



Fig. 210. Verschiedene Formen und Bildungsstufen der sogenannten Bindegewebekörperchen, nach Essigsäureeinwirkung.

So hat man auf jene schmalen langgestreckten Formen hin, die durch dünne Fortsätze verbunden erscheinen, in früheren Jahren die Bildung elastischer Fasern behauptet. Sind auch in der That die mikroskopischen Bilder sowie das Verhalten gegen stärkere Mineralsäuren ähnlich, so vernichten doch starke alkalische Laugen jene verbundenen Körper, während ein elastisches Fasernetz ihnen widersteht [*Koelliker* [6])].

In manchen bindegewebigen Strukturen dürfte das Protoplasma des Zellenkörpers mit der Bildung der Zwischensubstanz sich mehr und mehr verbrauchen, und so zu Erscheinungen führen, wo in entweder streifiger oder fibrillärer Zwischenmasse fast nur Kerne statt der Zellen den Beobachtern entgegentraten [7]).

Indessen auch ein gänzliches Verschwinden der in embryonaler Zeit vorhandenen Bindegewebezellen kann mit der Ausbildung mancher, namentlich an elastischen Elementen sehr reicher Partieen verbunden sein. Ein solches hat man bei der Bildung des Nackenbandes der Säugethiere beobachtet [*Koelliker* [8])].

Anmerkung: 1) S. dessen Jahresbericht für 1851, S. 22, sowie 1858, S. 53. — 2) *Archives de physiol. normale et pathol. II. p.* 471 und in der französischen Uebersetzung dieser Histologie durch *P. Spillmann* Paris 1870, p. 276 etc. — 3) Für weiteres ist auf einen der folgenden §§, welcher die Sehnen behandelt zu verweisen. Dort haben wir ausführlicher der in neuerer Zeit sündfluthartig angeschwollenen Literatur zu gedenken. — 4) Berichte über die Verhandl. der Ges. der Wissensch. zu Leipzig 1869, S. 320. — 5) Arch. für mikrosk. Anat. Bd. 7, S. 39. — 6) Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. 2, S. 148. — 7) Man vergl. die Arbeit von *Baur* a. a. O. S. 15 und die Bemerkungen von *Schultze* in *Reichert's* und *Du Bois-Reymond's* Archiv 1861, S. 13; *Beale* Struktur der einfachen Gewebe S. 96 und 150. — 8) a. a. O. S. 147.

§ 131.

Wir wenden uns jetzt zu der Frage nach dem Vorkommen des Bindegewebes.

Die zahlreichen aus diesem Gewebe bestehenden Theile unseres Körpers zeigen uns also die bindegewebige, gewöhnlich fibrilläre Zwischensubstanz und die zelligen Elemente, die Bindegewebekörperchen nebst wandernden Lymphoidzellen,

sowie die verschiedenen Formen der elastischen Fasern und Netze etc. Letztere Bestandtheile kommen in manchen Gebilden unter einer ansehnlichen Menge fibrillärer Zwischensubstanz sparsam vor, werden in andern Theilen reichlicher getroffen, und können endlich selbst hier und da in einem so grossen Ueberschusse auftreten, dass die leimgebenden Fibrillen und die Zellen zu verschwinden beginnen, oder wirklich fehlen, so dass uns elastische Membranen und Fasernetze allein entgegentreten, wobei die letzteren durch eine nicht faserige und nicht leimgebende hautartige Zwischensubstanz zusammengehalten werden, oder auch nackt ohne ein solches Bindemittel vorkommen können. Indem zahlreiche Uebergangsformen existiren, dürfen die letzteren Vorkommnisse nicht als ein besonderes elastisches Gewebe vom eigentlichen Bindegewebe getrennt werden.

Zu diesen wesentlichen Formelementen des Bindegewebes gesellen sich nun als wechselnde hinzu: Knorpelzellen (§ 109), Fettzellen (§ 122), glatte Muskeln



Fig. 211. Formloses oder areoläres Bindegewebe aus dem grossen Netz des Menschen. Bei *a a* ein Kapillargefäss.

(an denen die *Tunica dartos* des Skrotum sehr reich ist), Blut- und Lymphgefässe, Nervenfasern etc. Es wird demnach durch letztere Zumischungen, die höchst ungleich ausfallen, eine neue Variabilität in die bindegewebigen Theile gebracht.

Diese erscheinen entweder als ausfüllende nachgiebige Substanz zwischen verschiedenen Organen und Organabtheilungen, als lose Umhüllungsmasse, als Strasse für Gefässe und Nerven, oder sie stellen geformte Theile, Häute, Stränge, festere Umhüllungen dar. Hiernach unterscheidet man formloses Bindegewebe und geformtes, Trennungen, welche im Allgemeinen begründet sind, wobei aber niemals vergessen werden darf, dass überall geformtes Bindegewebe in formloses sich fortsetzt und umgekehrt, die Natur also keine irgendwie scharfen Grenzlinien gezogen hat. Im Allgemeinen, keineswegs aber ausnahmelos, bildet ersteres eine weichere und klebrige, letzteres eine festere Masse.

Das formlose oder, wie man es in seinen massenhaften Vorkommnissen auch genannt hat, das lockere, areoläre Bindegewebe [1]) zeigt uns (Fig. 211) neben einer homogenen, stark gequollenen, fast schleimig weichen Grundmasse Bindegewebebündel, elastische Fasern und Zellen, aber in sehr wechselnden Mengen.

Die Verflechtung jener Bündel, im Allgemeinen eine losere — so dass das Ganze daher nachgiebig und dehnbar bleibt — geschieht entweder netzartig, oder mehrere der Bündel liegen flächenhaft zusammen, eingebettet und gehalten durch jene weiche formlose Substanz. Indem Gruppen von Fettzellen zwischen dem losen Gewebe sich anhäufen, weicht es in Form von Platten auseinander, und so entstehen dann unter einander kommunizirende Räume, die sogenannten Zellen der älteren Anatomen, welche dem Gewebe die Benennung des Zellgewebes verschafften, Namen, welche jetzt dem histologischen Sprachgebrauche zum Opfer gefallen sind. Auch auf mechanischem Wege, z. B. durch Einblasen von Luft, gelingt eine mehr künstliche Trennung jener Substanz, die während des Lebens von geringen Mengen eines wasserreichen Transsudates (dem der Synovia § 96 ähnlich) getränkt wird. Auch pathologisch, durch Ansammlung grösserer Flüssigkeitsmengen, durch Eintritt von Luft treten jene »Zellen« auf. So stellt unser Gewebe ein dem Gallertgewebe sehr verwandtes Vorkommniss dar, und in der That hat auch der grösste Theil jenes areolären Bindegewebes in früherer Zeit auf der Stufe eines netzartigen Schleimgewebes gestanden[2]. Nicht minder wechselnd verhalten sich die elastischen Fasern, indem wir feinen und mittelstarken begegnen; doch ist ihre Menge nur eine mässige. Die eigentlichen Bindegewebezellen liegen entweder zwischen den Fibrillenbündeln in Gestalt spindel- und sternförmiger Elemente oder in jener weichen Zwischenmasse. Hier begegnen wir Lymphoidzellen, welche bei ihrer vitalen Kontraktilität jene schleimige Substanz durchwandern, ohne dass wir präformirte Wege bemerkten[3].

An manchen Stellen hat bei seinem massenhaften Vorkommen unser Gewebe besondere Namen erhalten. Das subkutane, submuköse und subseröse Bindegewebe zählen hierher.

Derartiges, und formloses Bindegewebe überhaupt setzt sich an seinen Begrenzungen mit einem Theil der Faserbündel in geformte bindegewebige Theile fort; so in Nervenscheiden, in Faszien, das subkutane in das feste Gewebe der Lederhaut u. a. m.

Aber noch in einer anderen Weise erscheint das formlose Bindegewebe, als Stütz- und Gerüstemasse im Innern zahlreicher Organe. So treffen wir es einmal bei den grösseren Drüsen. Hier, bei einer in der Regel geringen Mächtigkeit, bisweilen in verschwindend geringen Mengen, erblicken wir bald eine fibrilläre Masse mit spindelförmigen oder strahligen Bindegewebezellen, oder die Interzellularsubstanz erscheint nur streifig, und ihre zelligen Elemente können dabei verkümmert in Gestalt der Kerne übrig geblieben sein. Fibrilläres Gewebe sehen wir z. B. im Hoden und der Schilddrüse, streifige Gerüstemasse in der Niere (wo sich aus der Markmasse bei jüngeren Geschöpfen Sternzellen isoliren lassen[4]). Mehr streifig, doch zuweilen fibrillär zeigt sich die bindegewebige Gerüstmasse im Innern der Muskeln und Nerven.

Anmerkung: 1) Neben den älteren Lehrbüchern der Anatomie und Histologie, z. B. dem *Henle*'schen (S. 355), vergl. man noch *His*, Häute und Höhlen des Körpers, S. 20. — 2) Vergl. § 117. — 3) *Recklinghausen* in *Virchow*'s Archiv Bd. 28, S. 176. — 4) *F. Schweigger-Seidel*, Die Nieren des Menschen und der Säugethiere. Halle 1865, S. 78.

§ 132.

Weit beträchtlicher gestaltet sich die Verschiedenheit im sogenannten geformten Bindegewebe nicht allein hinsichtlich der Verwebung und Verflechtung der Bündel und der elastischen Beimengungen, sondern auch in Betreff der Textur. Begegnet man auch in der Regel einem entwickelten, typisch ausgebildeten Bindegewebe, so kommen doch nicht selten eigenthümliche Erscheinungsformen vor. Einige derselben mögen zunächst erwähnt sein.

Wir haben einmal gewisse bindegewebige Strukturen, bei welchen die Zellen

verkümmert und, wie es den Anschein hat, fast nur in der Form von dünnstem Protoplasmareste umgebener Kerne übrig geblieben sind, wobei die Zwischenmasse homogen oder streifig, nicht aber fibrillär sich gestaltet hat. Strahlige Bindegewebekörperchen, ebenso elastische Fasern fehlen entweder gänzlich, oder kommen höchstens in schwachen Andeutungen vor.

Wie es scheint gehört das Gewebe der Zahnpulpa [1]) hierher. Doch da die Zwischensubstanz von Essigsäure nicht aufgehellt wird, könnte auch eine Erscheinungsform des Gallert- oder Schleimgewebes vorliegen.

Die **Scheide** (Perineurium) **sehr feiner Nervenstämmchen** besteht aus einer wasserhellen Substanz, in welcher scheinbar nackte, längsovale, etwa 0,0075—0,0114^{mm} messende Kerne vereinzelt eingebettet liegen. Geht man von jenen zu etwas stärkeren Zweigen über, so sieht man die Grundmasse der Hülle streifig und fibrillär sich gestalten, und statt der Kerne Bindegewebezellen vorkommen, bis endlich an grösseren Nervenstämmen das Perineurium einen exquisit fibrillären Charakter gewinnt, und reichliche elastische Fasernetze erkennen lässt.



Fig. 212. Ein Stückchen aus einem sympathischen Ganglion des Menschen. *A.* 4 Ganglienzellen (bei *a* eine kernlose, bei *b* eine doppelkernige Zelle), umgeben von homogenem kernführendem Bindegewebe *b. b*, welches in Fasern bei *d. d* sich fortsetzt; *B* eine hüllenlose Zelle.

Ferner umgibt ein gleiches homogenes, kerntragendes ähnliches Gewebe als äussere Kapsel in den Ganglien die Nervenzellen (Fig. 212. *A*). Man hat Gelegenheit, nicht selten zu bemerken, wie von dieser bindegewebigen Umhüllungsmasse platte Bänder abtreten (*d. d*). Doch sind hier genauere Untersuchungen dringend nothwendig.

Wir werden später beim Nervensystem als sogenannte *Remak*'sche Fasern blasse kerntragende Fäden gemischter Natur kennen lernen. Einzelnes, was als solche beschrieben worden ist, scheint zum Bindegewebe zu zählen, und eine jenen Hüllen der Ganglienzellen ähnliche Bindegewebeform zu bilden.

Höchst eigenthümliche bindegewebige Massen stellen gewisse Gewebe des Wirbelthierkörpers dar, wo, an manche Plattenepithelien (§ 89) erinnernd, zahlreiche grössere Bindegewebezellen mit den Körnchen des schwarzen oder eines nahe verwandten **braunen Pigments** erfüllt sind. Doch bleiben die Melaninmoleküle hier kleiner als in der epithelialen Zelle [2]).



Fig. 213. Pigmentirte Bindegewebekörperchen (sogenannte sternförmige Pigmentzellen) aus der *Lamina fusca* des Säugethierauges.



Fig. 214. Allmählicher Formenwechsel eines pigmentirten Bindegewebekörperchen aus der Oberhaut der Zehe des Wassermolchs während 45 Minuten (nach *F. E. Schulze*).

Derartige Bindegewebekörperchen, die **sternförmigen Pigmentzellen** *einer früheren* Epoche (Fig. 213), finden sich im menschlichen Körper beschränkt

auf das Auge, können aber bei niederen Vertebraten eine enorme Verbreitung erlangen, so dass sie Begleiterinnen aller bindegewebigen Theile werden, so z. B. beim Frosch. An ihnen hat man lebendiges Zusammenziehungsvermögen und Wanderung beobachtet. Aus dem Bindegewebe her können sie in derartiger Weise zwischen die Oberhautzellen der Lederhaut vordringen [3]. Unsere Fig. 214 führt den Gestaltenwechsel einer in dieser Weise ausgewanderten Zelle vor.

Im menschlichen Auge ist entweder die Zahl derartiger Melaninzellen eine sehr beträchtliche und die Menge der Zwischensubstanz eine mässige, sowie letztere selbst mehr homogen, oder die Zellen kommen mehr vereinzelt unter faserigem, typischem Bindegewebe vor.

Ersteres finden wir in der Chorioidea. In ihr begegnen wir einem dichten Netze dieser Zellen, von stern- und spindelartiger Gestalt mit ovalen Kernen und einer wechselnden Anzahl von Ausläufern, welche sich vielfach zu ungemein dünnen, zuweilen filzartig erscheinenden Fäden ausziehen, und durch letztere in Verbindung treten. Die Grösse beträgt etwa $0{,}0226$—$0{,}0452^{mm}$. Das Ganze erinnert an das Zellennetz mancher farbloser Bindegewebekörperchen; und in der That ist im Körper des Neugeborenen, wo der Zellenkörper noch nicht die Inhaltsmasse der Pigmentkörnchen erhalten hat, die Uebereinstimmung mit gewöhnlichen Bindegewebezellen eine vollständige.

Diese farblose Beschaffenheit der Chorioidealzellen erhält sich nur ausnahmsweise in späterer Lebenszeit: nämlich bei dem Mangel des Pigmentes, bei sogenannten Albinos, für welche ein weisses Kaninchen uns jeden Augenblick ein Beispiel liefern kann. Als Regel sehen wir, dass bald nach der Geburt bei den meisten unserer Zellen, und zwar in den Körper, wie den dickeren Theil der Fortsätze, die Einlagerung der Farbekörnchen erfolgt [4]. Ebenso erstreckt sich diese Pigmentirung über die Chorioidea hinaus auf die Zellen der *Lamina fusca*, die zwischen jener und der Sklera vorkommt.

Auch ein Theil der Bindegewebezellen in dem fibrillären Bindegewebe der Iris werden bei dunkel-, nicht aber bei blauäugigen Menschen von ihr erfasst. Doch scheint die Farbemasse hier in der Regel heller, lichter bräunlich zu bleiben.

Untersucht man beim reiferen Thiere oder Menschen (Fig. 213), so fällt an den pigmentirten Bindegewebezellen [5] eine gewisse Unregelmässigkeit der Gestalt auf, welche wohl durch ein von der Melanineinlagerung bedingtes Hemmniss der Weiterentwickelung zu erklären ist. Ebenso bleibt hier ein breiterer ovaler Kern, während er sonst an weiter vorgeschrittenen Bindegewebezellen lang und schmal wird.

Besonders interessant für die Auffassung der sternförmigen Pigmentzellen als modifizirter Bindegewebekörperchen sind Uebergangsstellen zwischen jenen und rein bindegewebigen Massen. Hierhin kann man die *Lamina fusca* zählen, deren pigmentirte Zellen nach der Sklera hin in gewöhnliche pigmentlose Bindegewebekörperchen sich fortsetzen [6]. Ebenso begegnet man an der *Pia mater* des verlängerten Marks und der angrenzenden Rückenmarkspartie bei Erwachsenen gewöhnlich pigmentirten Bindegewebezellen mit brauner oder schwärzlicher Masse; ihre Menge und Ausbreitung wechseln im Uebrigen [7]. Auch pathologische Gewebeverhältnisse können solche Uebergänge darbieten, und derartige pigmentirte Bindegewebezellen massenhaft entwickeln [8].

Anmerkung: 1) Man vergl. *Koelliker*'s Gewebelehre 5. Aufl., S. 373 und *Gerlach* a. a. O. S. 175. — 2) *E. Rosow* im Archiv für Ophthalmologie Bd. 9, Abth. 3, S. 63. — 3) Vergl. über diese Formveränderungen bei Amphibien: *Brücke* in den Abhandlungen der Wiener Akademie. Phys.-math. Klasse Bd. 4, S. 22, ferner *Virchow* in seinem Archiv Bd. 6, S. 266; *Harless* in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 5, S. 372; *v. Wittich* in *Müller*'s Archiv 1854, S. 41 u. 257; *Busch* a. d. O. 1856, S. 415; *Lister* in den *Philos. Transactions for the year* 1858, *Part.* 2, *p.* 627; *H. Müller* in der Würzburger naturw. Zeitschr. Bd. 1, S. 164; *F. E. Schulze* im Archiv f. mikr. Anat. Bd. 2, S. 137. Ueber kontraktile Pigmentzellen der Fische berichten *R. Buchholz* (*Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s

Archiv 1863, S. 71) u. *Schulze* (a. a. O. S. 169). Das Eindringen zwischen Epithelien, auch das Konjunktiva-Epithel der Ratte haben *Leydig* (Histologie S. 97) und *H. Müller* (Würzburger Verhandlungen Bd. 10, S. 23) zuerst beschrieben. — 4) Die späte Einbettung des Farbestoffes in die sternförmigen Zellen des Auges ist auffallend, wenn man der so frühzeitigen Pigmentirung mancher Epithelien dieses Organes gedenkt. — 5) Vergl. die Arbeiten von *Henle, Bruch* u. A. — 6) *Brücke*, Anat. Beschreibung des menschlichen Augapfels, S. 54. — 7) *Virchow* im Archiv Bd. 16, S. 180; *Koelliker*'s Gewebelehre 5. Aufl. S. 308 u. 310. — 8) *Förster* in *Virchow*'s Archiv Bd. 12, S. 200; *Virchow*, Die krankhaften Geschwülste Bd. 2, S. 120.

§ 133.

Zum geformten Bindegewebe zählt man sehr verschiedene Theile.

Wir beginnen 1) mit der Hornhaut oder *Cornea* des Auges[1]. Keine bindegewebige Struktur wurde so vielfach untersucht wie sie.



Fig. 215. Die Hornhaut des Neugebornen in senkrechtem Durchschnitt (aber bedeutend verkürzt gehalten). *a* Hornhautgewebe; *b* vordere, *c* hintere glashelle Lage; *d* geschichtetes Plattenepithelium; *e* einfache Epitheliallage.

Die Hornhaut (Fig. 215) zeigt uns an ihrer vorderen Fläche das geschichtete Plattenepithelium der Konjunktiva (*d*), während die hintere von einem Ueberzuge einfacher pflasterförmiger Zellen (*e*), einem sogenannten Endothel bekleidet wird. Unter beiderlei Zellenschichten treffen wir zunächst je eine glashelle Haut oder Lamelle, von welcher die vordere[2] nicht isolirbar ist, während die hintere stärker und leichter ablösbar erscheint, wie man sie denn auch schon seit Langem kennt.

Erstere, die *Lamina elastica anterior* von *Bowman* (welche jedoch nach *Rollett* und *Engelmann* ebenfalls ein fibrilläres äusserst dichtes Gefüge erkennen lässt) (*b*) besitzt eine Dicke beim Menschen von 0,0068—0,0090^{mm}, löst sich in kochendem Wasser auf, setzt sich aber in keinerlei Weise deutlich gegen das darunter befindliche Hornhautgewebe ab. Letztere Lamelle (*c*), welche den Namen der *Descemet*'schen oder *Demours*'schen Haut[3] trägt und in den Zentralpartieen 0,006—0,008^{mm} dick ist, während der Randtheil eine Stärke von 0,01—0,012 (*H. Müller*) gewinnt, trennt sich in verschiedener Weise von der Kornea, und zeigt eine bedeutende Elastizität, so dass sie sich nach vorne umrollt. An ihrer Peripherie läuft sie als *Ligamentum pectinatum iridis* auf die vordere Fläche der Blendung aus. — Zwischen jenen glashellen Häuten erscheint nun das eigentliche, so vielfach untersuchte und noch keineswegs aufgeklärte Hornhautgewebe (*a*), aus Interzellularsubstanz und einem Zellen beherbergenden Kanalwerk gebildet. Erstere geht peripherisch in das fibrilläre Bindegewebe der Konjunktiva, namentlich aber der Sklera über[4]. Diese Grundmasse zeigt uns durchsichtige platte Balken von 0,0282—0,0090^{mm} Breite und 0,0045—0,0090^{mm} Dicke, welche sich grossentheils der Fläche nach so ordnen, dass ein vollkommen geschichteter

Bau herauskommt, wobei allerdings häufig genug, namentlich an der vorderen Fläche und an der Peripherie der Kornea, Kreuzungen der Balken bemerkbar sind. Indem letztere entweder in zusammenhängenden Lamellen dargestellt oder von einander abgespalten werden können, hat man die Hornhaut bald für geschichtet, bald für faserig, bald in Vermittlung der zwei Ansichten für beides zugleich erklärt. Nach dem gegenwärtigen Wissen kann die Hornhaut, einem geschichteten Mattenwerk vergleichbar, als ein komprimirtes Maschenwerk platter Bänder betrachtet werden, womit auch die doppelte Brechung bei polarisirtem Lichte (*His*) übereinstimmt. Reagentien, so übermangansaures Kali, wie *Rollett*, und 10%ige Kochsalzlösung wie *Schweigger-Seidel* fand, zeigen jedoch eine Zusammensetzung aus äusserst feinen durch homogene Zwischenmasse zusammengehaltenen Fibrillen, welche auch an frischen und namentlich etwas schrumpfenden Hornhäuten erkannt werden können, während Quellungen des Gewebes jene zarten Fasern augenblicklich unsichtbar machen. Das Kanalwerk (Fig. 216. *a*) ist vielfach irrig für ein System netzförmiger Zellen, der **Hornhautkörperchen**, genommen worden, und bei der Behandlung mit verdünnten Säuren gestaltet es sich auch einem solchen täuschend ähnlich. Es hält mit seinen Theilen stets die Räume zwischen den Balken der Grundmasse ein, und erscheint uns als ein verzweigtes, durch Kochen und Mazeration in starken Mineralsäuren isolirbares Röhrenwerk [5]. Dass es wirklich hohl ist, dafür sprechen die in ihm vorkommenden Wucherungen, die Ablagerungen von Fett und Pigment unter abnormen Verhältnissen. Das Kanalsystem, welches wohl eine modifizirte (freilich dann äusserst dehnbare und gewiss nicht überall kontinuirliche) Wandungsschicht besitzt, ist beim Erwachsenen viel weitmaschiger als bei Neugeborenen oder gar dem Fötus.



Fig. 216. Hornhautkörperchen. *a* Des Ochsen von der Fläche gesehen; *b* die des Neugeborenen (Oberfläche); *c* die Seitenansicht derselben von einem viermonatlichen Kinde und *d* von kleinen Embryonen des Menschen und Ochsen.

Die künstliche Injektion der Hornhaut durch Einstich (*Bowman*, *Recklinghausen*, *Leber*, *C. F. Müller*, *Schweigger-Seidel*) führt in der Regel eine Sprengung des Gewebes (*Rollett*) unter verschiedenen Bildern herbei [6]. Doch scheint sich auch das Kanalwerk der sogenannten Hornhautkörperchen einmal erfüllen zu lassen [*Boddaert* [7]].

Es charakterisirt sich bei Flächenansichten als ein Netzwerk mit erweiterten, ziemlich ansehnlichen vielstrahligen Knotenpunkten (Fig. 216. *a*), während die Seitenansicht uns den Begrenzungslinien der Hornhaut parallel hinziehende Längsreihen meist spindelförmiger Erweiterungen zeigt, die durch feine Gänge zusammenhängen, und bisweilen noch durch senkrecht auf- und absteigende Linien mit den benachbarten höheren oder tieferen Reihen sich verbinden. Jene sternförmigen Erweiterungen sind also senkrecht zur Oberfläche der Kornea abgeplattet.

Was die Grösse dieser Stellen oder **Hornhautkörperchen** [8]) betrifft, so

messen sie 0,0135—0,0180^{mm} an Länge, bei einer Breite von 0,0102—0,0124^{mm}. Die Ausläufer haben einen Querschnitt von etwa 0,0023—0,0007^{mm}. Die mittleren Entfernungen jener Hornhautkörperchen von einander betragen 0,0226—0,0452^{mm}.

Nach der üblichen Behandlung der Hornhaut mit verdünnter Essigsäure erkennt man in jenen Knotenpunkten Kerne von 0,0090—0,0113^{mm} (Fig. 216. *c*). Indem die Substanz des Zellenkörpers bis an die Begrenzungslinie des zackigen Raumes hin zu reichen pflegt, entsteht das Trugbild der sternförmigen und von einer Membran umkleideten Zelle. Auch die Verwendung einer verdünnten Höllensteinlösung wurde zur Gewinnung derartiger Ansichten empfohlen (*Recklinghausen*).

Doch die möglichst unveränderte Hornhaut wird hier die Entscheidung geben müssen. Sie zeigt uns das Gewebe durchsetzt von abgeflachten hüllenlosen Sternzellen, welche nach allen Richtungen hin ihre Ausläufer ausstrecken, und durch dieselben vielfach zu einem Zellennetz verbunden sind [9]. Letzteres liegt unserer Ansicht nach in dem erwähnten Kanalsystem der Kornea. Sehr schöne Bilder eines derartigen Zellennetzes ergeben vergoldete Hornhäute [10].

Bereits vor einigen Jahren hatte *Recklinghausen* die schon (S. 79) erwähnten kontraktilen lymphoiden Wanderzellen bindegewebiger Theile auch im Hornhautgewebe bei Frosch und Säugethier entdeckt, und zwar wie er annahm, deren Hohlgänge durchwandernd [11]. Diese Entdeckung, von allen Seiten bestätigt, hat bei der so günstigen Transparenz des Organs zu manchfachen weiteren Beobachtungen und Versuchen geführt, und uns höchst anziehende Seiten des Zellenlebens von grosser Tragweite enthüllt. Bringt man die ausgeschnittene Hornhaut des Frosches in den Lymphsack eines andern, so kann man die Einwanderung der Lymphzellen in das Kornealgewebe darthun (*Recklinghausen*). Schon früher (§ 47) gedachten wir der Aufnahme von Farbemolekülen in das Protoplasma jener Zellen. Solche Fütterungen gelingen leicht, wenn man die Farbekörnchen dem Frosche entweder in einen Lymphsack oder in die Blutbahn injizirt. Auch für das Säugethier führt letztere Einspritzung zum gleichen Ergebnisse. Aus der Blutbahn ausgewandert gelangen die gefütterten Lymphoidzellen in das Kornealgewebe; spärlich allerdings in das gesunde, massenhafter dagegen in eine Hornhaut, welche wir durch Reizung in den Zustand der Entzündung versetzt haben [*Cohnheim* [12]]. Doch nicht alle jener Zellen, welche jetzt mit dem üblichen Namen der Eiterkörperchen versehen werden, stammen aus dieser Quelle, d. h. aus der Blutbahn. Auch im Innern des Hornhautgewebes muss es zu einer Neubildung kommen [*Hoffmann* und *Recklinghausen*, sowie *Norris* und *Stricker* [13]], über welche wir allerdings zur Zeit noch nicht hinreichend aufgeklärt sind.

Noch ein Wort über die Kornea in früherer Lebenszeit reihen wir an.

Bei Embryonen (Fig. 216. *d*) zeigen die sogenannten Hornhautkörperchen anfangs nur wenige Ausläufer, und die von ihnen umschlossenen Kerne erscheinen bläschenförmig, wie sie zuweilen auch Theilungserscheinungen darbieten. Das Netzwerk derselben tritt zuerst als ein ungemein dichtes auf (*b*). Die Zwischensubstanz, ursprünglich eine sehr spärliche, später an Masse mehr zunehmende, ist noch vollkommen homogen und ohne alle Zerspaltung, wie denn auch das doppelte Lichtbrechungsvermögen noch fehlt. Auch die beiden glashellen Grenzhäute bilden sich schon sehr früh [14].

Anmerkung: 1) Die Literatur der Hornhaut ist eine sehr ausgedehnte und in ihren Resultaten sich vielfach widersprechende. Die älteren Ansichten findet man bei *C. Krause*, *Valentin* und in *Henle*'s allgem. Anatomie S. 325. Unter den neueren Arbeiten nennen wir: *Toynbee, Philosophical Transactions for the year* 1841, *Part.* 2, *p.* 179; *W. Bowman, Lectures on the parts concerned in the operation on the eye and on the structure of the retina and vitreous humor. London* 1840; *F. Strube*, Der normale Bau der Kornea. Würzburg 1851. Inauguraldissert.; *W. His* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 4, S. 90 und dessen aus-

gezeichnete Monographie: Beiträge zur normalen und pathologischen Histologie der Kornea. Basel 1856, sowie in *Virchow*'s Archiv Bd. 20, S. 207 und in der schweizerischen Zeitschrift für Heilkunde Bd. 2, S. 1; *Henle* in seinem Jahresbericht für 1852, S. 27 und in seiner und *Pfeufer*'s Zeitschrift, N. F. Bd. 8, S. 234; *Dornblüth* a. a. O. Bd. 7, S. 212 u. Bd. 8, S. 156; *T. Langhans* a. d. O. Bd. 12, S. 1; *M. Wilckens* a. d. O. Bd. 11, S. 167; *v. Wittich* in *Virchow*'s Archiv Bd. 9, S. 190; *A. Winther* ebendaselbst Bd. 10, S. 505; *Rollett* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 33, S. 516; *A. Classen*, Untersuchungen über die Histologie der Kornea. Rostock 1858. Diss.; *Recklinghausen*, Die Lymphgefässe S. 36 und in *Virchow*'s Archiv Bd. 28, S. 157; *Kühne* in seiner Schrift über das Protoplasma S. 123; *Hoyer* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1865, S. 204; *Henle* in s. Handbuch der Eingeweidelehre. Braunschweig 1866, S. 605; *W. Engelmann*, Ueber die Hornhaut des Auges. Leipzig 1867; *Lightbody* im Journ. of Anat. and Physiol. Nov. 1866, I, p. 16; *F. Leber* im Monatsblatt für Augenheilkunde. Jan. u. Febr. 1866, S. 17; *C. F. Müller* in *Virchow*'s Archiv Bd. 41, S. 110; *Schweigger-Seidel* in den Berichten der Ges. d. Wiss. zu Leipzig 1870, S. 305; *Rollett* in *Stricker*'s Histologie S. 1091. — 2) Sie wurde 1845 von *Reichert* und *Bowman* aufgefunden. — 3) Die *Descemet*'sche Haut scheint indessen ebenfalls eine feinere Zusammensetzung zu besitzen. Spuren der letzteren geben an *Henle* (a. a. O. S. 606), *J. Tamamscheff* (Centralblatt 1869, S. 353) und *Schweigger-Seidel* (a. a. O. S. 311). — Der Rand unserer Haut zeigt wie *H. Müller* (Arch. f. Ophth. Bd. 2, Abth. 2, S. 48) fand warzenartige Exkreszenzen. Sie fehlen in den ersten Lebensjahren und werden mit dem Alter breiter und höher. — 4) *R. Loewig* in *Reichert*'s Studien des physiologischen Instituts zu Breslau. Leipzig 1858, S. 131. — 5) Man kann sich hierzu einer mit gleichen Theilen Wasser verdünnten Schwefelsäure bedienen (*His*). Auch im geformten festeren Bindegewebe, ebenso im Knochen und Zahnbein, gelingen derartige Isolationsversuche. Hier bedient man sich dann gewöhnlich nach dem Vorgange *Förster*'s (*Virchow*'s Archiv Bd. 18, S. 170) der mit etwas Glycerin versetzten Salpetersäure. Die Möglichkeit dass man nur ein Gerinnsel jener Hohlgänge mit den Zellen isolire, liegt für das Bindegewebe indessen nahe genug. — 6) Es ist von *Bowman* unter dem Namen der *Corneal tubes* zuerst erfüllt und beschrieben worden. Weitere Mittheilungen über die Injektion desselben bei Säugethier und Mensch hat *Recklinghausen* in seiner Schrift über die Lymphgefässe S. 41 gegeben, zu welchen spätere Angaben von *Leber* und *Müller* (a. a. O.) hinzugekommen sind. Der Gegenstand bedarf noch genauerer Prüfung. — 7) *G. Boddaert* im Centralblatt 1871, S. 337. — 8) Die Hornhautkörperchen sah zuerst *Toynbee*, später *Virchow*. — 9) *Kühne* erwähnte für die Kornea des Frosches den lebenden Formenwechsel der sternförmigen Zellen, ihre Zusammenziehung bei mechanischer und elektrischer Reizung. Nach seinen Behauptungen soll aber diese Kontraktion unter dem Einflusse des Nervensystems stehen, indem die letzten Endästchen der Hornhautnervenfaser mit der Zelle sich verbinden. Hiergegen tritt nun *Engelmann* mit aller Entschiedenheit auf. Er konnte niemals eine Spur von Kontraktilität an jenen Sternzellen entdecken, ebenso wenig als einen Zusammenhang mit nervösen Fasern. Letzterer Behauptung stimmen auch wir unbedenklich bei. Die Kontraktilität beobachtete aber *Rollett* wiederum (a. a. O. S. 1103). — 10) *Schweigger-Seidel* erklärte die Hornhautzellen für Artefakte, und nimmt eine platte Zelle nach Art der Sehnen hier an (a. a. O. S. 328). — 11) a. a. O. (*Virchow*'s Archiv Bd. 28). Auch ein Vordringen in das äussere Hornhautepithel findet statt, wozu noch *Engelmann* (S. 14) zu vergleichen ist, welcher die hier vorkommenden Elemente von den Wanderzellen des Kornealgewebes unterschieden haben will. — 12) a. a. O. (*Virchow*'s Archiv Bd. 40). Eine Aufnahme von Farbekörnchen sollen indessen auch die Sternzellen der Hornhaut darbieten. Vergl. *C. F. Müller* l. c., S. 123. — 13) Die erstere Arbeit steht Centralblatt 1867, S. 481 und in *Virchow*'s Archiv Bd. 42, S. 204, die letztere in *Stricker*'s Studien 1870, S. 1, 18. Taf. 1. Dagegen erklärte sich *S. Talma* im Archiv f. Ophthalm. Bd. 18, Abth. 2, S. 1, während *Rollett* (a. a. O. S. 1104) die ersteren Angaben bestätigt. — 14) Wir verweisen auf die *His*'sche Monographie S. 55, *Langhans* (a. a. O. S. 17) und *Wilckens* (a. a. O. S. 167).

§ 134.

Zum geformten Bindegewebe rechnen ferner die nachfolgenden Theile:

2) Die Sehnen[1]). Ihr spezifisches Gewicht beträgt 1,117 (*Krause* und *Fischer*); ihre Masse besitzt nur geringe Elastizität. Sie bestehen aus einem festen Gewebe längslaufender zylindrischer Bindegewebebündel mit sparsamen Beimischungen feiner elastischer Fasern. Die Bündel sind mit einander zu stärkeren Strängen vereinigt, und werden von ähnlichen benachbarten Gruppen durch Schichten eines lockeren Bindegewebes, in welchem die spärlichen Blutgefässe verlaufen, getrennt.

Die Sehnen zeigen uns Längsreihen bindegewebiger Zellen. Stellenweise besitzen sie Einbettungen von Knorpelmassen[2]). Sie stehen mit der Nachbarschaft

durch gewöhnliches formloses Bindegewebe in Zusammenhang, oder dieses verdichtet sich um sie herum zu einer Art scheidenförmiger Hülle, der Schleim- oder Synovialscheide der Sehne. Der schleimigen, hier angesammelten Flüssigkeit wurde schon früher bei Besprechung der Synovia (S. 163) gedacht.

Der feinere Bau der Sehnen ist im Uebrigen durchaus nicht leicht zu ergründen. Er hat zahlreiche Bearbeitungen und nicht minder reichliche Kontroversen veranlasst — und wir sind bis zur Stunde weit entfernt von einem befriedigenden Wissen.

Untersucht man den Querschnitt einer vorher getrockneten und schonend wieder aufgeweichten Sehne des Neugeborenen, so bemerkt man eine Menge eckiger und zackiger, mit zwei bis vier Ausläufern untereinander verbundener Figuren, so dass das Bild eines Zellennetzes uns vorgetäuscht wird (Fig. 217).



Fig. 217. Schwanzsehne einer jungen Ratte im Querschnitt.

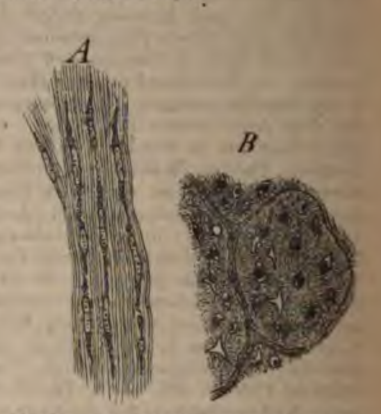


Fig. 218. Aus der Achillessehne eines 8 zölligen Schweinsembryo. *A.* die seitliche Ansicht der Zellen und faserigen Zwischenmasse; *B* der Querschnitt mit den Lücken und Zellen.

Seitenansichten der Sehne zeigen uns aber bei passender Behandlung die Längsreihen der *Henle-Ranvier*'schen platten Zellen (Fig. 208). Dieselben sind aber nicht zu Längsröhren eingerollt, wie der französische Forscher irrthümlich annahm, sondern nur leicht gekrümmt, die Bindegewebebündel unvollkommen umscheidend.

Kehrt man zum Querschnitte jetzt nochmals zurück, so lassen sich in jenen scheinbar zelligen Lücken (*Henle*) diese transversal durchschnittenen zelligen Elemente zur Noth erkennen, allerdings vielfach umgebogen und zerknittert [3]).

Wendet man sich zu einer noch früheren, also embryonalen Periode, (Fig. 218), so finden wir bei seitlichen Anschauungen (*A*) schmale, spindelförmige, natürlich hüllenlose Bindegewebezellen (welche schmale $0{,}0188-0{,}0023^{mm}$ lange und $0{,}0038^{mm}$ breite Kerne besitzen), in Längsreihen angeordnet und getrennt durch dünne, $0{,}0068-0{,}0045^{mm}$ messende Zwischenlager der fibrillären Interzellularsubstanz. Der Querschnitt (*B*) ergibt abermals die Durchschnitte der Zellen, enthalten in unregelmässig rundlichen oder zackigen Lücken. Die beiden Anschauungen korrespondiren demgemäss.

Beim Erwachsenen begegnen wir einer vorgeschrittenen Zunahme der bindegewebigen Fasermasse. In weiteren Abständen von $0{,}0668-0{,}0890^{mm}$ erscheinen auf Querschnitten die zackigen Lücken [4]). Längsansichten der gespannten Sehne zeigen die Reihen der Zellen als ungemein dünne, stäbchenförmige Gebilde, wie denn die Sehne nach ihrer Längsausdehnung die grössten Differenzen darbietet (*Ranvier*). Untersucht man aber den Vertikalschnitt einer nicht mehr angespannten, sondern durch die Essigsäurewirkung gequollenen und zusammengeschnurrten Sehne

(wie es die früheren Beobachter zu machen pflegten), dann erscheinen schmale geschlängelte, an einen Kern bei erster Betrachtung erinnernde Gebilde (etwa 0,0451^{mm} messend), welche sich scheinbar in lange dünne elastische Faseranfänge fortsetzen.

Diese Trugbilder sind früher vielfach gesehen und beschrieben worden.

Dass indessen alle Sehnen jene platten zelligen Elemente enthalten, bezweifle ich nach Untersuchungen der letzten Zeit allerdings.

Anmerkung: 1) Zur Literatur des Sehnengewebes erwähnen wir ausser den älteren Angaben von *Donders* und *Virchow*, sowie neben den (§ 130 Anm. 1 u. 2) angeführten Arbeiten *Henle*'s und *Ranvier*'s die nachfolgenden Abhandlungen: *Koelliker* in der Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. 2, S. 159; *Langhans* ebendaselbst Bd. 5, S. 86; *Rollett* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 30, S. 66); *Hoyer* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1865, S. 240; *Grussendorf* in *Henle* und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 26, S. 186; *G. Bizzozero, Studi fatti nel laboratorio patologico della r. università di Pavia.* 1870; *P. Güterbock* (Centralblatt 1870, S. 33 und Wiener med. Jahrb. herausgegeben von *Stricker* I, S. 22); *F. Boll* (Arch. f. mikr. Anat. Bd. 7, S. 277); *W. Krause* (Deutsche Klinik 1871, Nr. 20). Der Verf. hat den zelligen Elementen der Sehne wie des Bindegewebes überhaupt den Namen der »Inoblasten« ertheilt. Man s. ferner *A. von Török* (Centralblatt 1872, S. 66 und 675); *Ponfick* (ebendaselbst S. 116); *G. V. Ciaccio, Nuove ricerche sull' interna tessitura dei tendini. Bologna* 1872; *R. Adickes*, zur Histologie des Bindegewebes. Göttingen 1872. Diss.; *J. Mitchell Bruce, Quart. Journ. of micr. Science Vol.* 12, *p.* 129. *J. Renaut* (*Arch. d. phys. norm. et path. Tome* 4, *p.* 271). — 2) Es gehören hierher die in einige Sehnen eingebetteten sogenannten Sesamknorpel, wo in bindegewebiger Zwischensubstanz Anhäufungen meist einfacher Knorpelzellen getroffen werden. Den »Knorpel« in der Achillessehne des Frosches hat *Lehmann* (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 14, S. 109) beschrieben, dann *Gegenbaur* (Jenaische Zeitschr. für Med. und Naturw. Bd. 3, S. 307). In den letzten Jahren hat das Ding mit dem Sehnengewebe zahlreiche Bearbeitung erfahren. Für Knorpel erklärten es *Ponfick* und *Török*; für ein Gewebe besonderer Art *Boll, Ciaccio, Renaut*. Ich theile letztere Anschauung. Die sogenannten »Knorpelzellen« sind das anatomische Aequivalent der *Henle-Ranvier*'schen Sehnenzellen. — 3) Es ist *Boll* der fatale Irrthum begegnet, die Faltungs- und Knickungsbilder der *Ranvier*'schen Sehnenzellen für eine präexistirende wesentliche Bildung, den »elastischen Streifen« zu erklären. Die Nachfolger waren in der Negative mit Recht einstimmig. — 4) Zerstört man durch konzentrirte Mineralsäuren die bindegewebige Zwischensubstanz, so erhält man eine den angeblichen Zellennetzen entsprechende Figur. Diese scheint der von einer solchen modifizirten Grenzschicht umschlossene Inhalt des Lückensystems zu sein. Für Weiteres verweisen wir auf Hornhaut, Knochen und Zahnbein. Querschnitte getrockneter Sehnen geben während des Aufweichens in verdünnter Essigsäure eigenthümliche Bilder, auf welche schon vor längerer Zeit *Donders* (Holländische Beiträge Bd. 1, S. 259) zuerst aufmerksam gemacht hat. Es entstehen eine Menge geschlängelter, bandförmiger Figuren mit spindelförmigen Bindegewebezellen und Fragmenten feinster elastischer Fasern. Es sind die durch das Aufquellen umgeschlagenen Ränder, also die Seitenansichten der Bündelquerschnitte. Man s. darüber noch *Koelliker*'s Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 1, S. 215; *Gerlach*'s Handbuch S. 114; *Béla Máchik* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 34, S. 91; *Boll* und *Ciaccio* a. a. O.

§ 135.

3) Die Bänder, von welchen jedoch die elastischen auszunehmen sind, zeigen einen den Sehnen ähnlichen Bau.

4) Die bindegewebigen oder Faserknorpel, welche bei der Natur ihrer Zwischensubstanz mit dem gleichen Rechte hier wie beim Knorpel aufgeführt werden können, wurden bei letzterem Gewebe (§ 109) besprochen.

5) Die grosse Gruppe der fibrösen Häute. Sie zeigen uns eine feste Verwebung, häufig von stark sich kreuzenden Bindegewebebündeln; ihre elastischen Elemente können mit denen der Sehnen übereinkommen, werden aber auch vielfach zahlreicher, und lassen breitere Faserung erkennen. Der Reichthum an Blutgefässen ist ein geringer. Zum fibrösen Gewebe pflegt man zu rechnen:

a. Fest verwebte weissliche Hüllen, wie sie häufig als äusserer Ueberzug von Eingeweiden vorkommen. Hierher zählt mit stark gekreuzten Bindegewebebündeln die Sklera des Auges, die *Dura mater* [1]) von Gehirn und Rückenmark

mit zahlreichen elastischen Fasern, ebenso die fibröse Partie des Herzbeutels, verschiedene fibröse Hüllen, so des Hodens, der Nieren, der Milz, des Penis, der Klitoris. Der Reichthum an elastischen Fasern ist im Allgemeinen ein beträchtlicherer. Nach innen gegen das Organ hin, so an den kavernösen Körpern der Harn- und Geschlechtsorgane, in der Milz und den Lymphknoten, kann sich das Gewebe in ein Platten- oder Balkennetzwerk fortsetzen, an welchem bisweilen glatte Muskelfasern als weitere Formelemente erscheinen.

b. Die Faszien, welche nach aussen in formloses Bindegewebe sich fortsetzen, ebenso nach innen plattenförmig zwischen die Fleischfasern des Muskels treten. Sie zeigen bald mehr die Textur der Sehnen; bald nehmen die elastischen Fasern in ihnen stärker überhand, was sich bis zum Vorkommen reichlicher Netze breitester Fasern steigern kann.

c. Das Perineurium (oder, wie man sich gewöhnlich ausdrückt, das Neurilem) nach aussen ebenfalls in formloses Bindegewebe sich fortsetzend und einwärts mehr homogen zwischen die Nervenbündel tretend. Es besteht an grösseren Nervenstämmen aus regelmässig neben einander liegenden, längs laufenden Bindegewebebündeln, deren wellenförmige Exkursionen das glänzende, gebänderte Ansehen bewirken, und zahlreicheren elastischen Fasern. So erhält sich nur mit abnehmender Dicke der Bau bis zu kleinen Nervenstämmchen, wo die bindgewebige Masse den fibrillären Charakter mehr und mehr einbüsst und vereinzelte spindelförmige Bindegewebekörperchen erscheinen, bis endlich an den kleinsten Nervenstämmchen eine glashelle homogene Membran mit einzelnen eingebetteten Kernen bemerkt wird (S. 224). — Es findet also ein allmählicher Ersatz eines vollkommen ausgebildeten Bindegewebes durch eine sehr entwickelte bindegewebige Masse statt.

d. Das Periosteum und Perichondrium. Das Periosteum stellt eine die Aussenfläche von Knochen umkleidende feste Membran dar, welche behufs der Ernährung der Knochenmasse von zahlreichen Blutgefässen durchzogen wird. Ihr äusserer Theil pflegt mehr Bindegewebe, ihr innerer dem Knochen angrenzender grössere Kontingente feinerer elastischer Fasernetze zu zeigen. Die Verbindung mit dem Knochen geschieht durch die in letzteren sich einsenkenden Blutgefässe der Beinhaut. Nach aussen geht das Periosteum in formloses Bindegewebe, in Sehnen, Faszien und Bänder über. Da wo Fortsetzungen der Schleimhäute Knochenhöhlen auskleiden, wie im Geruchsorgane, spricht man von einer Verwachsung der Schleimhaut mit dem Periost, ohne dass man dieses darthun könnte. Das Perichondrium, soweit es an Knorpeln vorkommt, bildet eine ähnliche Haut, die von Blutgefässen, bestimmt zur Ernährung des Knorpels, abermals durchsetzt wird (§ 112). Am Netzknorpel kann man die elastischen Fasern der Zwischenmasse in die gleichen Elemente jenes bindegewebigen Ueberzuges kontinuirlich übergehen sehen.

6) Die serösen Häute[2]. Sie zeigen uns von einfachem Plattenepithel überkleidet in verschiedener Richtung verflochtene Bindegewebebündel, welche an der freien Oberfläche auch wohl zu einer mehr homogenen Schicht umgeformt erscheinen können; ebenso ziemlich reichlich, manchmal sogar in recht ansehnlicher Menge, Netze feiner elastischer Fasern. Der Reichthum an Blutgefässen ist ein unbedeutender. Nach unten geht gegen das Organ hin das Gewebe in ein lockeres, formloses Bindegewebe, das sogenannte subseröse über, während die freie Fläche von einem gleichfalls dem mittleren Keimblatte entsprossenen Plattenepithelium bekleidet wird (§ 98). Die Theorie nahm früher an, dass die serösen Häute durchaus geschlossene in sich eingestülpte Säcke bilden sollten. Dieses ist keineswegs immer und höchstens etwa bei den sogenannten ächten Säcken der Fall. Zu diesen pflegt man *Pericardium, Pleura, Peritoneum* und die *Tunica vaginalis propria* des Hodens zu zählen. Die *Arachnoidea*, welche ebenfalls meistens hierher gerechnet wird, entbehrt schon eines parietalen Blattes.

Auch die **Synovialkapseln**[3]) der Gelenke besitzen nur an ihren Seitentheilen die Requisite einer serösen Membran, nämlich eine bindegewebige Schicht, bedeckt von einem Epithelium, während Boden und Decke von dem nackt und frei zu Tage liegenden Gelenkknorpel gebildet werden.

Noch unvollkommener gestalten sich andere hierher gebrachte Höhlungen, die **Schleimbeutel** und **Sehnenscheiden**, indem nicht selten eine eigentliche Wand vermisst wird, und es sich nur um ein äusserst weiches, von Flüssigkeit strotzendes Bindegewebe an der Stelle der Höhle handelt, welches dann nach aussen allmählich fester sich gestaltet. Da wo die betreffenden Schleimbeutel und Schleimscheiden schärfer abgegrenzt sind, kann das festere, die Stelle der Wandung übernehmende Bindegewebe stellenweise ein einfaches Plattenepithelium zeigen.

Die Bildung dieser »ächten« und »unächten« serösen Säcke findet ihre Erklärung in den § 98 erwähnten Lücken des formlosen Bindegewebes. Indem in dem mittleren Keimblatte des Embryo grössere derartige Räume sich bilden, und mehr und mehr abgrenzen, gelangen wir von den Schleimscheiden allmählich zum ächten serösen Sack. Gewissermassen einen Uebergang bilden die **Subarachnoidealräume**.

Dasselbe seröse Transsudat, welches das formlose Bindegewebe durchtränkt, erhält die Oberfläche jener Höhlungen glatt und schlüpfrig. Die Menge desselben pflegt im Normalzustande nur eine sehr geringe zu sein. Ein massenhafteres Vorkommniss jener Flüssigkeit haben wir bereits S. 163 in der Synovia kennen gelernt.

Anmerkung: 1) Ueber die *Dura mater* s. m. *R. Böhm* in *Virchow*'s Archiv Bd. 47, S. 218. — 2) *E. Klein* in *Stricker*'s Histologie S. 618. — 3) *E. Albert* a. d. O. S. 1230. Man vergl. noch § 87, Anm. 3.

§ 136.

7) Während die serösen Häute arm an Blutgefässen waren, liegt uns in der **Lederhaut**[1]) (Fig. 219) ein sehr blutreiches festes Gewebe vor, bestehend aus



Fig. 219. Die Haut des Menschen in senkrechtem Durchschnitt. *a* Oberflächliche Schichten der Epidermis; *b* *Malpighi*'sches Schleimnetz. Darunter die Lederhaut, nach oben bei *c* die Papillen bildend, nach unten in das subkutane Bindegewebe ausgehend, in welchem bei *h* Ansammlungen von Fettzellen erscheinen; *g* Schweissdrüsen mit ihren Ausführungsgängen *e* und *f*; *d* Gefässe; *i* Nerven.



Fig. 220. Zwei Tastwärzchen der Haut von Epithelium befreit mit dem sie herstellenden Bindegewebe, dem Tastkörperchen im Innern und den im letzteren endigenden Nerven.

einem Filzwerk fibrillärer Bindegewebebündel, reichlich begleitet von elastischen Fasern, und auch Bindegewebe-, sowie emigrirte Lymphoidzellen (*Biesiadecky*) besitzend. Nur in den Tastwärzchen (Fig. 220) und an der Oberfläche tritt der faserige Charakter scheinbar zurück, um einem mehr homogenen Ansehen Platz zu machen, indem hier wie an der Vorderfläche der *Cornea* die Verflechtung der Fasern eine bis zum Verschwinden aller Zwischenräume innige wird [*Rollett*[2]]. So konnte man hier eine strukturlose Begrenzungsschicht, eine sogenannte intermediäre Haut (*Henle*) oder *Basement membrane* (*Todd* und *Bowman*) annehmen, worüber S. 86 zu vergleichen ist. Die Lederhaut wird bedeckt von der stärksten Epithelialschichtung des Organismus, der Epidermis. Sie ist im Uebrigen reich an Nerven, enthält viele kleine Bündel glatter Muskeln, besitzt lymphatische Kanäle, und wird von den Haaren mit ihren Bälgen, sowie den Gängen zahlreicher Drüsen durchsetzt. Nach unten geht sie in das weiche fettreiche subkutane Bindegewebe aus (Fig. 219. *h*).

8) Das gleichfalls sehr blutreiche Gewebe der Schleimhäute zeigt einen der Lederhaut analogen Bau, soweit es nicht aus retikulärer, Lymphoidzellen beherbergender Bindesubstanz besteht, wie namentlich im Dünndarm. Ihrer verschiedenartigen, vom Darmdrüsenblatt abstammenden Epithelialbekleidung wurde schon (§ 88. 91. 93) gedacht. Die eigentliche Schleimhaut (Fig. 221. *d*) besteht aus sich kreuzenden Bündeln von Bindegewebe, aber von weicherer Beschaffenheit und loserer Verflechtung wie in der Lederhaut. Die Mengen elastischer Massen fallen ungleich aus, sind aber geringer als in der äusseren Haut. Nach oben, ebenso häufig in den manchfachen Vorsprüngen des Schleimhautgewebes, wie Zotten, Papillen, Falten, tritt gewöhnlich der faserige Charakter mehr zurück, so dass auch hier nicht selten wie an der äusseren Haut eine glashelle Schicht (*c*) uns vorliegt. Doch fällt das Schleimhautgewebe der verschiedenen Organe ziemlich wechselnd aus. Da wo es bei einem Gehalt gedrängt stehender Drüsen wenig massenhaft ist, zeigt es sich mehr als streifige oder wenig gefaserte kernführende Substanz (Fig. 222). Nach unten geht die Schleimhaut in das submuköse Bindegewebe über, was an manchen Theilen, wie namentlich dem Verdauungsapparate, durch ein festeres Gefüge und weissliches Ansehen sich auszeichnet, und die *Tunica nervea* der älteren Anatomen bildet. Die Schleimhäute, im Allgemeinen sehr reich an Blutgefässen, haben eine wechselnde Menge von Lymphbahnen sowie Nerven. Drüsen fehlen ihnen stellenweise, um in den meisten Schleimhäuten mehr und mehr überhand zu nehmen, bis endlich, wie schon bemerkt, vor der Menge derselben die bindegewebige Grundlage verdrängt zu werden beginnt. Als Beispiel eines solchen exquisiten Drüsenreichthums können uns Fig. 222 und Fig. 223, die Magenschleimhaut, dienen. Die neuere Zeit ist auf das Vorkommen glatter Muskeln in manchen Schleimhäuten aufmerksam geworden, welchen



Fig. 221. Schema einer von Zylinderzellen bekleideten Schleimhaut. *a* Die Zellen; *b*. *b* Zwischensubstanz zwischen ihren unteren Theilen; *c*. *c* glashelle Schicht (*Basement membrane*); *d* das faserige bindegewebige Schleimhautgewebe.

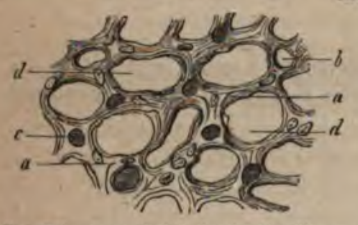


Fig. 222. Querschnitt durch die Magenschleimhaut des Kaninchens. *a* Schleimhautgewebe; *b* Querschnitte leerer und *c* injizirter Blutgefässe; *d* Lücken für die Labdrüsen.



Fig. 223. Vertikalschnitt der menschlichen Magenschleimhaut; *a* Papillen der Oberfläche; *b* Labdrüsen.

eine nicht unwichtige physiologische Bedeutung zuzuschreiben ist, wovon später die Rede sein wird.

9) Gehören ferner zum Bindegewebe die sogenannten Gefässhäute des Gehirns und Auges, also die *Pia mater*, die *Plexus chorioidei* und die Chorioidea des Auges. Bei allen begegnen wir, von einem weicheren Bindegewebe getragen, einem sehr bedeutenden Reichthum von Blutgefässen. Jenes tritt in verschiedenen Formen auf. Eine Form desselben, die der Chorioidea des Auges, ist schon S. 224 geschildert. Die *Plexus chorioidei* zeigen uns noch beim Neugeborenen eine vollkommen homogene Substanz, in welcher meist rundliche fortsatzlose Zellen eingebettet sind. Auch beim Erwachsenen pflegt das Ganze noch den Charakter eines unentwickelten streifigen Bindegewebes zu tragen [*Häckel*[3]]. Fibrilläres Bindegewebe, in welchem die elastischen Elemente spärlich bleiben, liegt dagegen in der *Pia mater* vor.

10) Endlich erscheinen bindegewebige Lagen sehr verbreitet im Gefässsysteme. Es rechnen hierher das Endokardium, die äussere Haut der Gefässe oder die sogenannte *Tunica adventitia*, die meisten Mittel- und Innenschichten der Arterien, Venen und Lymphgefässe. Indessen begegnet man hier einer grossen Mannichfaltigkeit. Neben fibrillären bindegewebigen Lagen mit einem bald geringeren, bald grösseren, bald sehr ansehnlichen Reichthume elastischer Fasern trifft man auch auf Häute, namentlich in Arterien, welche ohne alle Bindegewebebündel in homogener nicht leimgebender Grundmasse nur elastische Netze bald sehr feiner, bald stärkerer, bald sehr dicker Fasern führen, bald auch homogen ohne Fasern erscheinen, so dass man von bindegewebigen Häuten allmählich zu rein elastischen gelangt[4]).

11) Auch in anderen Theilen treten uns die elastischen Elemente in überwiegender Menge mit einer bald geringeren, bald grösseren, bald fast vollständigen Abnahme der fibrillären bindegewebigen Zwischensubstanz entgegen; so an den verschiedenen Bändern und Membranen des Kehlkopfs, der Luftröhre und Bronchien und im Gewebe der Lungen. Ebenso kommt eine vorwiegend elastische Schicht aussen um die Speiseröhre und zur Verbindung derselben mit dem Kanalwerk des Respirationsorganes vor. Ferner zählen neben beschränkteren Vorkommnissen noch hierher die *Ligamenta flava* der Wirbelsäule und das Nackenband der Säugethiere[5]).

Anmerkung: 1) Man s. *A. von Biesiadecki* in *Stricker's* Histologie S. 581. — 2) Vergl. dessen Arbeit in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 30, S. 50. — 3) *Virchow's* Archiv Bd. 16, S. 258. Man vergl. auch die Monographie von *Luschka*, Die Adergeflechte des menschlichen Gehirns. Berlin 1855. — 4) Hierüber, wie für vieles andere in diesem und dem vorhergehenden § Bemerkte ist auf spätere Abschnitte des Werks zu verweisen. — 5) Das spezifische Gewicht bestimmten für das Nackenband des Rindes *Krause* und *Fischer* zu 1,122.

§ 137.

Das Bindegewebe[1]) des lebenden Körpers wird, wie schon bemerkt, durchtränkt von geringen Mengen einer thierischen Flüssigkeit, in der wir die Ernährungs- und Zersetzungsstoffe des Gewebes zu vermuthen haben. Aus den Blutgefässen transsudirt sendet sie ihre Ueberschüsse in die das Bindegewebe einnehmenden Anfangskanäle des Lymphsystems (§ 82). Leider ist die Menge jener Bindegewebeflüssigkeit zu gering, als dass sie behufs einer chemischen Untersuchung zu gewinnen wäre, so dass uns die Mischung derselben bisher unbekannt geblieben ist. Aus einer abnorm gesteigerten Flüssigkeitsansammlung im formlosen Bindegewebe, wie sie beim Oedem vorkommt, einen Rückschluss auf die Konstitution des normalen Fluidum zu machen, muss unstatthaft erscheinen.

In den serösen Säcken und Hohlräumen findet sich in verschiedener, meist

jedoch nur geringer Menge gleichfalls eine ganz ähnliche Flüssigkeit, welche ein wasserreiches Transsudat der Interzellularflüssigkeit des Blutes genannt werden darf, und bei der Analyse Eiweiss (zuweilen gerinnend sogenannten Faserstoff[2]), Extraktivmaterien und Salze darbot. — Bisher hat man allein unter völlig normalen Verhältnissen aus den ächten serösen Säcken die flüssige Inhaltsmasse des Herzbeutels bei Hingerichteten untersucht [*Gorup-Besanez*[3]) und *Lehmann*[4])]. Die Resultate fielen verschieden aus. Der erstgenannte Forscher erhielt in zwei Fällen ein Fluidum von schwach alkalischer Reaktion und gelblicher Färbung.

1000 Theile der Flüssigkeit des Perikardium bestehen aus

	1.	2.
Wasser	962,83	955,13
festen Bestandtheilen	37,17	44,87
Eiweiss	21,62	24,68
Fibrin	—	0,81
Extraktivstoffen . .	8,21	12,69
Salzen	7,34	6,69

Lehmann bekam dagegen nur 8,79 Albumin, 0,93 andere organische Stoffe und 0,89 Mineralbestandtheile p. m. — Ueber die *Synovia* vergl. man S. 163.

Die bindegewebige Interzellularmasse und die Bindegewebebündel bestehen aus leim- und zwar glutingebender Materie, während die Zellen in ihren Mischungsverhältnissen wenig gekannt sind, und die elastischen Elemente elastische Substanz (S. 23) erkennen lassen; nur die Zwischenmasse der Kornea, welche Chondrin[5]) liefert, macht eine Ausnahme. Mit diesem Satze grenzt sich das ältere und so ziemlich auch das neue, noch höchst lückenhafte Wissen von der Mischung des Bindegewebes ab.

Embryonales Bindegewebe besitzt nach den Untersuchungen von *Schwann*, die *Schlossberger* später mit dem gleichen Resultate wiederholte, eine Grundmasse, aus welcher durch Kochen kein Glutin gewonnen werden kann, die vielmehr der Proteingruppe angehörig ist. Hiermit stimmen auch die Beobachtungen einer ähnlichen Beschaffenheit pathologisch neugebildeten unreifen Bindegewebes, und es ergibt sich sonach eine Parallele zwischen dem jüngeren Bindegewebe und ganz unentwickeltem Knorpel (§ 112). Indem ausgebildetes Bindegewebe nach vorheriger chemischer Reinigung durch Kochen sich in bald geringerem, bald grösserem Theile in Glutin überführen lässt, muss also zwischen der Embryonalperiode und der Zeit der Reife die Umwandlung der eiweissartigen Zwischenmasse zur kollagenen erfolgen. Die Zwischenglieder kennen wir nicht; ebenso sind über das Wie dieser Umformung zur Zeit nur Hypothesen möglich, wie denn auch bekanntlich die künstliche Umwandlung der Proteinstoffe in Leim- oder leimgebende Substanzen noch nicht gelungen ist. In gleicher Weise ist die chemische Konstitution jener unentwickelten, noch nicht fibrillären bindegewebigen Theile, wie früher erörtert worden, mit Ausnahme der Kornea, unerforscht. Auch letztere scheint anfänglich beim Fötus kein Chondrin zu liefern.

Die bindegewebige Grundsubstanz ist unveränderlich in kaltem Wasser, Alkohol und Aether, erfährt durch eine kalte Essigsäure die früher besprochene gallertartige Aufquellung, um erst nach längerer Einwirkung in der Wärme etwas gelöst zu werden. Kalilauge beginnt dagegen schon in der Kälte diesen Lösungsprozess der Grundmasse. Durch Kochen in Wasser geht die Interzellularsubstanz (ob gänzlich steht noch anhin) in Glutin (§ 15) über. Die hierzu erforderliche Zeit ist für verschiedene bindegewebige Theile eine ungleiche. Ebenso ist uns hier wie anderwärts der Prozess der Umwandlung des kollagenen Gewebes zum Glutin unbekannt. Wenn man aus bindegewebigen Theilen die gleiche prozentische Zusammensetzung wie aus dem durch Kochen derselben bereiteten Leime gewonnen hat, so spricht dieses eben nur für die Unvollkommenheit der chemischen Technik. Es ist überhaupt unmöglich, die Konstitution der Interzellularsubstanz irgendwie ge-

nau zu ermitteln, da wir kein Hülfsmittel besitzen, sie von den zahlreichen integrirenden Formbestandtheilen (Bindegewebekörperchen, elastischen Fasern etc.) zu trennen, selbst wenn wir von den zufälligen, unwesentlichen Gewebeelementen (Fettzellen, Blutgefässen etc.) absehen wollten. Die verkittende Substanz der Fibrillen löst sich durch übermangansaures Kali [*Rollett*[6])], durch eine Kochsalzsolution von 10% [*Schweigger-Seidel*[7])], durch Baryt- und Kalkwasser; von ihnen wird aus dem Sehnengewebe ein Eiweisskörper mit den Reaktionen des Mucin aufgenommen (*Rollett*).

Auch die Bindegewebekörperchen sind ihrer Mischung nach nur höchst dürftig gekannt, indem sich unser ganzes Wissen fast nur auf mikrochemische Reaktionen beschränkt. Die Kerne zeigen den gewöhnlichen Widerstand gegen Essigsäure; auch das Protoplasma (es scheint allerdings in den Sehnenzellen des erwachsenen Körpers auf ein Minimum reduzirt zu sein), so sehr es schon durch Wasser verändert wird, besitzt gegen Säuren eine sehr beträchtliche Resistenz; es widersteht konzentrirten Mineralsäuren noch in einer Periode, wo die bindegewebige Zwischensubstanz zum Brei erweicht oder gelöst ist[8]). Dagegen löst heisse Kalilauge die ganze Zelle rasch; jene wird somit zur Demonstration und Diagnose der elastischen Elemente von Wichtigkeit. Die elastischen Elemente gestatten nur da, wo sie wie im Nackenband in grösstem Ueberschusse getroffen werden, eine nähere Untersuchung, welcher wir denn auch unsere dürftige Kenntniss der elastischen Substanz überhaupt verdanken (§ 15).

Jene homogenen elastischen Membranen grosser Gefässe, deren wir früher (§ 127) gedachten, ebenso die strukturlose Zwischensubstanz mancher elastischer Fasernetze ähneln in ihrem mikrochemischen Verhalten dem gewöhnlichen elastischen Fasergewebe. Die homogenen Hüllen gewisser Bindegewebebündel scheinen noch aus leimgebender Substanz zu bestehen, indem sie alkalischen Laugen unterliegen, während sie bei anderen entschieden elastische Materie zeigen, worüber § 128 zu vergleichen ist. Auch die wasserhellen Grenzschichten bindegewebiger Häute bieten die gleiche Verschiedenheit der Mischung dar; die *Descemet*'sche Haut der Kornea ist elastischer, die vordere Glashaut jener und die sogenannten *Basement membranes* sind leimgebender Natur.

Diese eben besprochenen Verhältnisse gewähren aber noch in einer anderen Hinsicht Interesse. Sie zeigen, dass die elastische Materie ein nachträgliches Umwandlungsprodukt leimgebender (sowohl kollagener als chondrigener) Zwischensubstanz darstellt, worüber man noch den elastischen Knorpel (§ 108) nachsehen möge.

Die Untersuchung ganzer bindegewebiger Organe hat bisher verhältnissmässig selten stattgefunden. Der Wassergehalt beträgt in den Sehnen 62,03 (*Chevreul*), in der Kornea 73,94—77,82% (*His*). Die letztere führt also 26,06—22,18 fester Theile, wovon in einem Falle 20,38 beim Kochen sich in Leim verwandelten, 2,84 organischer nicht leimgebender Masse vorkamen, welche auf die Hornhautzellen und ihre Ausläufer, sowie die *Descemet*'sche Haut zu beziehen sind, und 0,95% Mineralbestandtheile sich hinzugesellten, von denen 0,84 in Wasser löslich waren[9]).

Anmerkung: 1) Ueber die Mischungsverhältnisse des Bindegewebes verweisen wir auf *Gorup*'s physiol. Chemie S. 589 und auf die Darstellung *Kühne*'s S. 354. Unter älteren Beobachtungen seien noch gedacht *Schlossberger*'s Gewebechemie S. 105 und die Dissertation von *Zellinsky, De telis quibusdam collam edentibus. Mitaviae et Lipsiae* 1852. — 2). Nach den Untersuchungen von *A. Schmid* bildet »fibrinogene« Substanz einen fast allgemeinen Bestandtheil solcher Transsudate. — 3) Prager Vierteljahrschrift von 1851, S. 82, sowie dessen physiologische Chemie, S. 381. — 4) Physiologische Chemie Bd. 2, S. 273. — 5) Dieser Chondringehalt der *Cornea*, welchen vor langen Jahren *J. Müller* (*Poggendorff*'s Annal. Bd. 38, S. 513) behauptete, steht indessen auch auf unsicheren Füssen. Man erhält aus ihm keine Chondroglykose, *P. Bruns* (*Hoppe*'s med.-chem. Untersuchungen, Heft 2, S. 260), wohl aber das Myosin (§ 12) und ein Kalialbuminat. Man vergl. im Uebri-

gen auch *Schweigger-Seidel* (a. a. O. S. 355). Interessant ist die lange Widerstandsfähigkeit der *Descemet*'schen Haut, noch in einer Zeit, wo die sogenannte *Lamina elastica anterior* verschwunden ist. — 6) Wiener Sitzungsberichte Bd. 30, S. 43 und Bd. 39, S. 308. — 7) a. a. O. — 8) Man kann so mit Schwefel-, Salz- oder Salpetersäure die bindegewebigen Hohlgänge mit ihrer Grenzschicht und Zellentrümmern im Innern isoliren. Auch das längere Kochen mit einem durch Salzsäure versetzten Alkohol und nachheriges Mazeriren in Wasser (*Ludwig*) lässt das Protoplasma der Zellen noch bestehen, während die bindegewebige Zwischenmasse gelöst ist, und die elastischen Fasern zerbröckeln (*Tomsa*, Wiener Sitzungsber. Bd. 51, Abth. 1, Sep.-Abdr.). — 9) *His* a. a. O. S. 41.

§ 138.

Das Bindegewebe stellt einen grossen Theil der allgemeinen Hüllen- und Stützsubstanz des Körpers dar, indem es Organe verbindet, umhüllt, Zwischenräume zwischen ihnen und ihren Abtheilungen ausfüllt, Theile gegeneinander fixirt, Strassen für Gefässe und Nerven abgibt, und Hohlräume für Fettzellenanhäufungen etc. formirt. Es kommt somit das ungemein verbreitete Gewebe vermöge seiner physikalischen Eigenschaften wesentlich in Betracht für den Aufbau unseres Leibes. Bei einer losen Verflechtung der Bündel gestaltet sich das Bindegewebe zu einer nachgiebigen, dehnbaren Substanz. Andererseits bemerken wir gewöhnlich, wie im geformten Bindegewebe die Verflechtung zu einer festeren, innigeren sich gestaltet, so dass eine bald geringere, bald grössere Festigkeit gegenüber der Dehnbarkeit des formlosen Bindegewebes erzielt wird. Ebenso wirkt ein reichlicheres Vorkommen elastischer Elemente auf die physikalischen Verhältnisse des Gewebes wiederum ändernd ein.

Andererseits begegnen wir bindegewebigen Gebilden, welche bei grösserem Blutreichthume oder ansehnlicher Transsudation auch in das chemische Geschehen des Organismus unmittelbar eingreifen, wie beispielsweise die Lederhaut und die Schleimhäute. In Wahrheit jedoch kommt dieses den eingebetteten Gefässen und Drüsen zu.

Gewöhnlich nimmt man an, ohne jedoch einen irgendwie genügenden Beweis führen zu können, dass der Stoffumsatz des Bindegewebes im Allgemeinen ein nur sehr geringer sei. Man beruft sich auf die passive Rolle des Gewebes bei grossen stofflichen Revolutionen des Körpers, auf die geringe Neigung zu faulen, auf die Gefässarmuth mancher dieser Theile.

Im Uebrigen ist uns dieser Stoffwechsel, mag man ihn grösser oder geringer annehmen, in seinen Richtungen noch gänzlich unbekannt. Einen schwachen Anhaltepunkt in der gegenwärtigen Rathlosigkeit des Wissens dürfte die Thatsache bilden, dass Glycin und Leucin (§ 33 und 31) künstliche Zersetzungsprodukte des Leims darstellen, während die elastische Materie nur letzteren Körper liefert.

An der Hand der *Donders-Virchow*'schen Bindegewebetheorie hatte sich vor längeren Jahren die Ansicht entwickelt, dass die Zellennetze der angeblich mit Membranen versehenen Bindegewebekörperchen ein hohles Kanalwerk darstellten, bestimmt Ernährungsflüssigkeit durch das Gewebe zu leiten und so ein plasmatisches Gefässsystem zu bilden. Darauf hin ist von *Koelliker*[1]) jenen Gängen der Name der Saftkanälchen geradezu gegeben worden. Eine physiologische Nothwendigkeit zur Annahme derselben lag für das Bindegewebe nicht vor, wie sie ja auch dem Knorpel nicht zukommen. Ohnehin müssen die Lückensysteme bindegewebiger Theile, vielfach verstopft durch Zellen und komprimirt durch die Zwischensubstanz, wenig geeignet erscheinen einen solchen Zweck zu erfüllen. Kommunikationen jener Spalträume mit dem Gefässsysteme kommen nicht vor, weder mit den Blutgefässen noch den lymphatischen Gängen, obgleich diese Irrlehre wie ein Kontagium die histologische Literatur durchzieht[2]).

Die Frage drängt sich ferner auf, welche Formelemente bindegewebiger Massen als die physiologisch thätigeren und wichtigeren zu betrachten sind. Wie schon auf anatomischem Gebiete, wird auch hier die Entscheidung zu Gunsten der

Zellen ausfallen müssen, so lange letztere noch, wenn auch mit sehr geringen Resten eines Zellenkörpers versehen sind. Dagegen müssen bindegewebige Theile, bei welchen die zelligen Elemente zu Grunde gegangen und dichte Netze elastischer Fasern allein übrig geblieben sind (wie z. B. das Nackenband), als Gewebe mit einem nur minimalen Leben angesehen werden.

Unter den Umwandlungen des alternden Bindegewebes sei hier der Verkalkung nach Art des Knorpels als einer nicht so seltenen Erscheinung gedacht. Auch Knochensubstanz kann die Stelle früheren Bindegewebes einnehmen; gewiss viel seltener durch direkte Ueberführung des einen Gewebes zum andern als durch eine der embryonalen entsprechende Neubildung, wo an die Stelle des schwindenden Bindegewebes die neugebildete Knochenmasse tritt. Wir werden übrigens auf diese Dinge bei der Entstehung des Knochengewebes später zurückkommen müssen.

Eine schwierige Frage ist diejenige, wie weit die Bindegewebezellen auch in Elemente anderer, der Bindesubstanzgruppe nicht mehr angehöriger Gewebe übergehen, und sich umwandeln können. Dass sie bei ihrem vitalen Kontraktionsvermögen keine Grenze gegen die zelligen Elemente der glatten Muskulatur erkennen lassen, scheint unzweifelhaft. Sind doch darüber, was Bindegewebe- und was Muskelzelle sei, für gewisse Organe, wie die Lymphnoten und den Eierstock, lange, nicht zu entscheidende Kontroversen geführt worden! Dass von den zelligen Elementen des Bindegewebes die sogenannten Binnenepithelien ausgehen müssen, ist schon früher (§ 98) bemerkt worden. Dagegen scheint kein Uebergang zu den Zellen und Abkömmlingen des Horn- und Darmdrüsenblattes vorzukommen, und (wenn man etwa absieht von der Neuroglia und manchen Stellen der höheren Sinnesorgane) ein kontinuirlicher Zusammenhang beiderlei Gewebe zu fehlen. Freilich sind solche Verbindungen mehrfach behauptet worden, z. B. von *Heidenhain*[3]) für die Zylinderepithelien der Darmzotten. Jene sollten durch ihre langen Ausläufer mit den Bindegewebekörperchen des Zottengewebes verbunden sein. Die betreffenden Angaben haben sich jedoch nicht bewahrheitet.

Ein vorhergehender § hatte schon der kontraktilen und wandernden Lymphoidzellen des Bindegewebes gedacht. Dass diese überhaupt aus den Abkömmlingen des mittleren Keimblattes in gewaltiger Menge hervorgehen, unterliegt keinem Zweifel.

Es ist eine auffallende, durch *Virchow* ermittelte Thatsache, dass das Bindegewebe, welches im Körper des Erwachsenen so stille und indifferent zu erscheinen pflegt, bei pathologischen Prozessen ein ganz anderes mächtig wucherndes Leben entfaltet.

Schon die einfache entzündliche Reizung führt eine rasche Schwellung der in den Lücken des Gewebes enthaltenen Zellen herbei, in deren trüberem Protoplasma man Kerntheilungen bemerkt. Man erkennt diesen Vorgang sowohl an gefässlosen Theilen wie der Hornhaut (*Stricker* und *Norris* neben Früheren), wie in gefässführenden Strukturen.

Dass die bei solchen Reizungszuständen in den Hohlgängen und Lücken des Bindegewebes (Fig. 224) oft massenhaft angesammelten Eiterkörperchen (Lymphoidzellen) theilweise aus der Blutbahn hierher ausgewandert sind, hat S. 134 gelehrt. Andere entstehen aber im Gewebe selbst. Dass die Mütter jener hier die Bindegewebezellen seien, hat man längere Jahre hindurch mit grösster Entschiedenheit behauptet[4]).



Fig. 224. Eiterkörperchen in den Spalträumen der Achillessehne des Kaninchens.

Aber die Art dieser Entstehung bedarf genauerer Untersuchungen, als ihr bisher zu Theil geworden. Möglicherweise zerfällt

die hüllenlose Bindegewebezelle unter ein oder mehrfacher Kerntheilung in jene lymphoiden Elemente.

Bei der grossen Ausdehnung des Bindegewebes durch den Körper spielt es also bei pathologischen Neubildungen eine wichtige Rolle. Substanzverluste in den Organen des mittleren Keimblattes werden durch es ersetzt (Narbengewebe), wie es auch schon physiologisch an die Stelle verödeter Organe treten kann. Wucherungen unseres Gewebes vergrössern das Gerüste der Drüsen und anderer Theile, verdicken bindegewebige Häute und dergleichen mehr. Zahlreiche geschwulstartige Neubildungen, einfache Warzen bis herauf zu dem Gerüste der gefährlichsten Krebsgewächse bestehen aus unserm Gewebe. Die reine Bindegewebegeschwulst bald mit festerem, bald weicherem Gefüge hat man mit dem Namen des Fibrom versehen.

Der Ausgang geschieht — sicherlich unter Mitbetheiligung lymphoider Zellen — in den meisten Fällen vom gewöhnlichen oder physiologischen Bindegewebe.

Das Ansehen eines solchen pathologischen Bindegewebes ist das allerverschiedenste. Neben völlig entwickelter Textur, wie sie das geformte Bindegewebe nur zeigen kann, begegnet man weicheren, dem sogenannten formlosen Gewebe ähnlichen Vorkommnissen. Hieran reihen sich Erscheinungen, wie sie das jugendliche und embryonale Gewebe darbietet. So trifft man bei einer raschen Gewebeentwicklung saftige Spindel- und Sternzellen in gedrängterer Lage; oder es liegen nur rundliche sehr primitive Elemente mit ganz spärlicher Zwischenmasse vor. Wie es scheint können auch hüllenlose gekernte Bildungszellen mit ihrem reichlicheren Protoplasma zu mehr homogenen kernhaltigen Massen verschmelzen. So sind gewiss in früherer Zeit manche angebliche Exsudate mit spontaner Kernerzeugung herausgedeutet worden. Weiteres müssen wir den Lehrbüchern der pathologischen Gewebelehre überlassen[5]) und für die Entstehung auf den folgenden § verweisen.

Anmerkung: 1) Man vergl. dessen Gewebelehre 2. Aufl., S. 67. — 2) Allerdings wird dieses von *Recklinghausen* in dessen Schrift über die Lymphgefässe und von manchen seiner Nachfolger, aber mit Unrecht behauptet. Wir verweisen auf einen folgenden Theil unseres Buches. — 3) In *Moleschott*'s Untersuchungen Bd. 4, S. 251. Vergl. auch *Billroth* in *Müller*'s Archiv 1858, S. 159. — 4) Man s. *Virchow*'s Cellularpathologie, 4. Aufl., S. 458 etc.; ferner erwähnen wir noch: *Billroth*, pathologische Histologie, S. 26; *His* Monographie der Kornea, S. 73; *O. Weber* in *Virchow*'s Archiv Bd. 15, S. 465 und Bd. 19, S. 409; *Rindfleisch* a. d. O. Bd. 17, S. 239 und Bd. 21, S. 486; *Cohnheim* a. d. O. Bd. 22, S. 516; *Neumann* a. d. O. Bd. 24, S. 202 (mit einem Nachtrag von *Virchow*) und *P. Sick* ebendaselbst Bd. 31, S. 272; *Langhans* a. a. O. S. 105. Der neueren bahnbrechenden Arbeiten von *Recklinghausen* (a. a. O. Bd. 28) und in Gemeinschaft mit *Hoffmann* (Bd. 42) sowie von *Cohnheim* (Bd. 40) haben wir schon früher gedacht. — 5) Wir verweisen den Leser zur weiteren Belehrung auf die *Virchow*'sche Cellularpathologie, auf das *Förster*'sche Werk Bd. 1 und *Rindfleisch*'s schönes Buch.

§ 139.

Die ersten Andeutungen der kommenden Bindegewebebildung[1]) stellen in früher Fötalperiode dicht gedrängte zarte rundliche, mit bläschenförmigen Kernen versehene membranlose Embryonalzellen dar (Fig. 44, S. 68), welche durch sehr spärliche Mengen einer Zwischenmasse zusammengehalten werden, so dass mithin Bindegewebe und Knorpel von höchst ähnlichen Ausgangsformen beginnen. Indessen diese erste Erscheinungsform des werdenden Bindegewebes ist eine sehr schnell vorübergehende.

Die weiteren Umwandlungen folgen nicht minder rasch, und gestalten sich in den einzelnen bindegewebigen Theilen verschieden. Bleiben diese blutarm, wie z. B. in einer Sehne, so bewahren die Zellen die frühere dicht gedrängte Anlagerung, gestalten sich aber spindelförmig (Fig. 225). Entwickeln sich reichlichere *Blutgefässe*, wie z. B. im Unterhautzellgewebe, so erfolgt der Erguss einer plas-

matischen, Eiweiss und Mucin haltenden Flüssigkeit. Die Bildungszellen werden von einander entfernt, und nehmen vielfach sternartige Gestaltungen an (Fig. 226).

Aber schon jetzt ist eine Umwandlung an all' jene Zellen eingetreten. Ihre Ausläufer sind in ein Filzwerk feinster Fibrillen zerfallen, welche anfänglich gestreckt sind und reichlichere Körnchen des Protoplasma zwischen sich enthalten. Letztere rücken später mehr gegen die Zellenmitte vor, und der ursprüngliche Zellenkörper nimmt entsprechend ab. Die Fäserchen gewinnen allmählich mehr einen geschlängelten Charakter, und gehen unter Verschwinden jener interstitiellen Moleküle in ein Bündel gewöhnlicher Bindegewebefibrillen (*Breslauer* und *Boll*) über, oder (*Kutznetzoff* und *Obersteiner*) in eine Einzelfaser. — Wir müssen dieses trotz der gegentheiligen Annahmen *Rollett*'s welcher die Bindegewebefasern unabhängig von den Zellen sich bilden lassen will, nach eigenen Beobachtungen festhalten.



Fig. 225. Spindelförmige Zellen aus embryonalem Bindegewebe.

Fig. 226. Sternförmige Zellen von ebendaher.

Die Fibrillenbündel würden demgemäss entstehen durch eine Umwandlung der ursprünglichen Zellenkörper oder — wenn man den Ausdruck *M. Schultze*'s vorziehen sollte — durch eine »formative Thätigkeit des Protoplasma«.

Wir verweisen auf die Holzschnitte unserer Figuren 227, 228, 229 und 230, welche fast sämmtlich die Entstehung fester, an Blutgefässen und Zwischenflüssigkeit armer bindegewebiger Massen betreffen.



Fig. 227. Weiches Bindegewebe aus der Umgebung der Achillessehne eines menschlichen Embryo von 2 Monaten. (Weingeistpräparat.) *a* Spindelzellen; *b* eine sehr verlängerte; *c* Zwischensubstanz mit Fibrillen.



Fig. 228. Sehnengewebe aus der Achillessehne eines Schweinsembryo von 8". *A* Die Spindelzellen und ihre faserige Zwischenmasse in seitlicher Ansicht; *B* der Querschnitt. (Weingeistpräparat.)

Derartige Bilder kannte schon *Schwann*[2]), und hat sie vollkommen richtig erfasst. Später galten die Bindegewebefasern als umgewandelte Interzellularsubstanz, eine Lehre, welcher sich zuletzt auch *Koelliker*[3]) anschloss.

Heutigen Tages, wo wir die Abwesenheit der Hülle an jenen Bindegewebezellen als eine Thatsache betrachten, und in den sogenannten Interzellularsubstanzen Massen erblicken, welche wenigstens in manchen Fällen umgewandelte, äussere Theile des Zellenkörpers darstellen, wie beim Knorpel (S. 175), erscheint das Verhältniss der Bindegewebezelle zu den Fibrillen wieder der *Schwann*'schen Auffassung genähert.

Bei der Länge der ausgebildeten Bindegewebebündel müssen wir es für sehr

wahrscheinlich halten, dass die Fäserchen benachbarter Zellen in der **Längsrichtung** zu jenen Bündeln sich verbinden (*Boll*).

Welches ist nun aber, fragen wir weiter, das Geschick der in ihrem Körper so verarmten Bildungszellen des Bindegewebes?

Es scheinen hier verschiedene Verhältnisse vorzukommen.

Einmal erhält sich diese Zelle, trennt sich von ihrem Produkt, dem Bindegewebebündel hinterher ab, und wandelt sich zu jenen vielfach platten, bald mehr

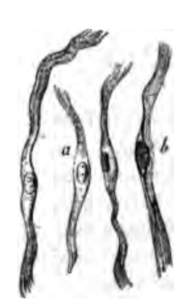


Fig. 229. *a* Spindelförmige scheinbare Bildungszellen des Bindegewebebündels; *b* Zellenkörper und Fibrillensubstanz noch unterscheidbar.

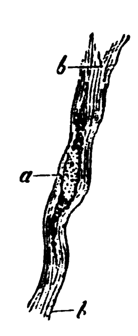


Fig. 230. Eine Spindelzelle aus der Sehne des 8zölligen Schweinsembryo. *a* Zelle mit Protoplasma; *b* Bindegewebefibrillen. (Weingeistpräparat.)

glattrandigeren, bald zackigeren Elementen um, welche wir durch die Untersuchungen *Kühne*'s, *Ranvier*'s, *Flemming*'s und *Boll*'s als die Zellen des reifen Bindegewebes kennen (vergl. § 129).

Dann erhält sich der Kern mit einem geringen (Fig. 230 *a*), oftmals verschwindend kleinen Protoplasmareste. So ergeben sich jene bindegewebigen Theile, deren wir früher (z. B. § 132) zu gedenken hatten, wo scheinbar nackte Kerne in der Fasermasse getroffen werden[4].

Drittens aber scheint durch eine frühzeitig beginnende Fettdegeneration (*Boll*) jener Kern mit dem dürftigen Protoplasmareste zu verschwinden, so dass uns nur Bindegewebebündel mit elastischen Beimengungen ohne jede Spur der früheren Bildungszelle entgegentreten können. (Vergl. Fig. 201—203.)

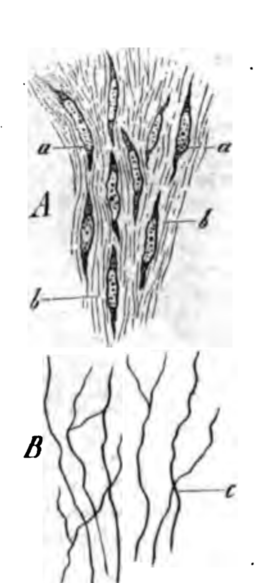


Fig. 231. Aus dem Nackenbande des 8zölligen Schweinsembryo. *A* Seitenansicht; *a* Spindelzellen in faseriger Grundmasse *b*. *B* Die elastischen Fasern *c*, durch Kochen mit Kalilauge dargestellt. (Weingeistpräparat.)

Die Frage, ob nicht noch nachträglich Lymphoidzellen, welche die fötalen Blutgefässe auswandernd verlassen haben, zu Bildungszellen des Bindegewebes sich umzuwandeln vermögen, müssen wir zur Stunde als eine offene bezeichnen. Wahrscheinlich ist das Ding allerdings.

Verhältnissmässig leicht zu beobachten, und doch lange kontrovers geblieben, ist die Entstehungsweise der elastischen Fasern. Muss es auch zur Zeit vollkommen unaufgeklärt erscheinen, wie dieselben aus der Zwischenmasse sich absetzen, so kann darüber kaum ein Zweifel herrschen, dass sie unabhängig von Bindegewebezellen entstehen.

Schon § 136 haben wir in dem Nackenbande[5] der erwachsenen Säugethiere eine an elastischen Fasernetzen überreiche Masse

kennen gelernt, in welcher Bindegewebezellen fehlen. Gerade an ihm haben neben *H. Müller Henle* und *Reichert* jenen Beweis geführt.

Untersucht man das *Ligamentum nuchae* ganz kleiner Früchte, so besteht dasselbe aus längsgerichteten zahlreichen Spindelzellen und einer Zwischensubstanz ohne alle elastischen Elemente. Später (Fig. 231. *A*) erkennt man ganz ähnliche Spindelzellen mit ansehnlichem Kern und kurzen Spitzchen (*a*). Zwischen ihnen erscheint ein undeutlich faseriges Wesen (*b*). Auch jetzt glaubt man von jenen elastischen Elementen nichts zu sehen, bis man mit kochender Kalilauge behandelt (*B*), wo dann alsbald die Zellen zerstört sind, und ein Netzwerk höchst feiner elastischer Fasern sichtbar wird.

Verfolgt man die weitere Gestaltung an älteren Früchten, so sieht man jene Spindelzellen länger und dünner werden, um allmählich zu verschwinden. Beim neugeborenen Thiere scheinen nur noch Reste derselben vorzukommen. In demselben Maasse nehmen die elastischen Netze an Dichtigkeit und ihre Fasern an Stärke zu. Auch die Bindegewebebündel des Nackenbandes werden deutlicher [*Koelliker* [6])].

Die in Obigem gelieferte Skizze der Bindegewebeentwicklung wird ohne Zweifel durch fortgesetzte Untersuchungen noch mancherlei Zusätze erhalten, wie sich denn das darauf bezügliche Wissen gewiss in den Anfängen befindet.

Beachtet man die Erscheinungsweisen des Bindegewebes im Körper, so kann man eine primäre, durch unmittelbare Umwandlung der Zellen des mittleren Keimblattes geschehende, und eine sekundäre unterscheiden. Letztere findet ebenfalls von jenem Blatte (nie vom Horn- und Darmdrüsenblatt) in letzter Linie statt, geschieht aber wohl meistens von anderen Gliedern der Bindesubstanzgruppe, ebenso höchst wahrscheinlich auch von Lymphoidzellen. Ein Beispiel ausgedehnter sekundärer Bindegewebebildung zeigt uns der Prozess der Knochenentstehung, worüber der folgende Abschnitt nachzulesen ist.

Auch bei den pathologischen Bindegewebebildungen erfolgt die Anlage des Gewebes nach derselben Weise, welche wir oben für das normale Gewebe geschildert haben. Dass manche untergeordnete Eigenthümlichkeiten hier auftreten können, muss zugegeben werden.

Anmerkung: 1) Es würde die Grenzen vorliegender Arbeit weit überschreiten, wollten wir in eine irgendwie erschöpfende Darstellung der noch immer kontroversen Frage nach der Entstehung des Bindegewebes ausführlicher und erschöpfender eintreten. *Schwann* (a. a. O. S. 133) nahm im Jahre 1839 die Entstehungsweise unseres Gewebes so an, dass ursprünglich rundliche, membranführende Zellen in spindelförmige übergingen, welche dann unter weiterer Verlängerung von den Enden her einen faserigen Zerfall ihrer Substanz erfahren und so zu Bindegewebebündeln sich umwandeln sollten. Das Schicksal der Kerne jener Bildungszellen blieb unerörtert, und die Entstehung der elastischen Fasern aus anderen Zellen wurde wahrscheinlich gemacht (S. 148). — Sehr bald trat *Henle* (Allgem. Anat. S. 193 und 379) mit einem anderen Entstehungsschema in Folge erneuerter Beobachtungen auf. Seiner Ansicht nach besteht das Bindegewebe aus einem ursprünglich homogenen kernführenden Blasteme. Indem die Kerne regelmässig liegen, und die Grundsubstanz darnach in Bänder zerfällt, werden aus einer fibrillären Umwandlung letzterer die Bindegewebebündel erhalten. Die Kerne verlängern sich zu spindelförmigen Körperchen, die später zu feinen elastischen Fasern verschmelzen können (Kernfasern). Ueber die Bildung stärkerer elastischer Fasern werden keine eigenen Untersuchungen mitgetheilt. — Im Jahre 1845 veröffentlichte *Reichert* seine für die Geschichte der Bindesubstanz epochemachende Arbeit. Er lehrte, dass die ursprünglichen Zellen des fötalen Bindegewebes allmählich zwischen sich Interzellularsubstanz erscheinen lassen, dann aber mit dieser zur homogenen Masse verschmelzen (so dass nun, indem die Kerne noch zu erkennen, der von *Henle* festgehaltene Ausgangspunkt des Bindegewebes erreicht wäre). Die Kerne sollten später zum Theil schwinden. Das Vorkommen spindelförmiger Zellen wird in Abrede gestellt, und dieselben gleich den Fibrillen des Bindegewebes für Kunstprodukte erklärt, wovon schon früher die Rede war. Die elastischen Fasern werden als Umwandlungen der Grundsubstanz aufgefasst. — Ein Wendepunkt trat im Jahre 1851 mit den Arbeiten von *Virchow* (Würzburger Verhandlungen Bd. 2, S. 150) und *Donders* (Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 3, S. 351) ein. Jene Forscher thaten, allerdings an der Hand dürftiger Untersuchungsmethoden, wie man

sie damals eben allein hatte, zuerst die Persistenz kernhaltiger Zellen dar, und legten auf diese Elemente des Gewebes mit vollem Rechte das Hauptgewicht, begingen aber leider in der Bildungsweise der elastischen Fasern einen folgeschweren Irrthum, indem sie dieselben aus ihren verunstalteten Zellen hervorgehen liessen. Diese nämlich gestalten sich nach beiden Männern niemals zu Bindegewebebündeln, sondern gehen in die strahligen und spindelförmigen Bindegewebekörperchen über, welche zu elastischen Röhren und Fasern verschmelzen können. Letztere nehmen überhaupt nur von solchen Zellen ihren Ursprung (was auch später noch lange Zeit hindurch streng von *Koelliker* festgehalten wurde). Das eigentliche Bindegewebe ist Interzellularsubstanz. — Diese *Virchow-Donders*'schen Anschauungen wurden alsbald von *Henle* in seinen Jahresberichten (namentlich dem von 1851 und 1858) auf das Hartnäckigste bekämpft, und die sternförmigen membranösen Bindegewebezellen für Querschnitte von Lücken zwischen den Bindegewebebündeln, das Ganze also für eine optische Täuschung erklärt. Ist nun auch *Henle* in manchen seiner Behauptungen zu weit gegangen, so gebührt ihm doch das grosse Verdienst, auf Irrthümer der *Virchow-Donders*'schen Lehre aufmerksam gemacht zu haben. Von einer Reihe an die beiden letztgenannten Männer sich anschliessender Forscher wurde dagegen die neue Anschauung bald unverändert, bald mit geringeren oder grösseren Modifikationen adoptirt und weiter ausgebildet, sowohl auf normalem als namentlich pathologischem Gebiete. Die Bildung der Bindegewebebündel von Zellen im Sinne *Schwann*'s hat unter den namhaften Beobachtern allein *Koelliker* noch bis zum Jahre 1861 vertreten, dann aber verlassen; für alle Uebrigen waren Bindegewebebündel und -Fibrillen umgewandelte Interzellularsubstanz. Wiederum eine neue Periode begründete die Arbeit von *M. Schultze* (in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1861, S. 13), welcher gleich anderen jugendlichen Zellen auch die Bildungszelle des Bindegewebes als ein hüllenloses Element proklamirte. Man s. dazu noch *Beale* (Struktur der einfachen Gewebe, S. 104) und *Gegenbaur* (Jenaische Zeitschr. für Medizin und Naturwissenschaften, Bd. 3, S. 220). Wir reihen aus der überreichen Literatur noch die nachfolgenden Arbeiten an (wobei wir jedoch auf Vollständigkeit verzichten müssen): *Bruch* (Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 6, S. 145); *W. Beneke* (Archiv des Vereins für gemeinschaftl. Arbeiten Bd. 4, S. 381); *A. Baur*, Entwicklung der Bindesubstanz. Tübingen 1858; *Henle* im Jahresberichte für 1858; *Virchow* in seinem Archiv Bd. 16, S. 1; man vergl. noch dessen Cellularpathologie sowie die krankhaften Geschwülste; *Koelliker* in der Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. 2, S. 141; *Recklinghausen*, die Lymphgefässe; *Langhans* in der Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. 5, S. 86; *P. Sick* (*Virchow*'s Arch. Bd. 31, S. 265); den betreffenden Abschnitt in dem *Hessling*'schen Werke S. 94; *Ritter* (Arch. für Ophthalm. Bd. 10, S. 61); *R. C. Ordoñez* (*Journ. de l'anat. et de la physiol.* 1866, *p.* 471); *A. Kutznetzoff* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 56, Abth. 2, S. 162); *H. Obersteiner* (a. d. O. S. 251); *Henle* und *Merkel* (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 34, S. 57); *G. Bizzozero*, *Gazzetta medico-italiana. Serie* V, *T.* 4 und *Annali universi di Medicina* 1868; *Aufrecht* (*Virchow*'s Arch. Bd. 44, S. 180; *Neumann* (Arch. der Heilkunde 1869, S. 601); *Rollett* in *Stricker*'s Handbuch S. 61 (mit der Bemerkung *Babuchin*'s S. 67. Anm. 1.); *W. Breslauer* im Arch. für mikrosk. Anat. Bd. 5, S. 513; *Janovitsch Tchainski* in *Stricker*'s Studien S. 86; *Boll* a. a. O. Bd. 8, S. 28. Man vergl. auch noch die Angaben *W. Krause*'s in der deutschen Klinik 1871 No. 20. — 2) a. a. O. Tab. 3, Fig. 7 u. 11. — 3) Würzburger naturwiss. Zeitschr. Bd. 2, S. 142. — 4) *Henle*, *Baur*, *Sick* u. A. nahmen diese Entwicklung des Bindegewebes als allgemein an. — 5) Ueber die Entstehung der elastischen Massen, namentlich der Fasern ist, wie schon Anmerkung 1 lehrt, von den Histologen viel gearbeitet worden. Gegenüber der *Donders-Virchow*'schen Auffassung haben sich für die Bildung ohne Vermittlung von Zellen erklärt *Henle* (Jahresbericht von 1851, S. 29), *Reichert* (Jahresbericht für 1852, S. 95), *H. Müller* (Bau der Molen, S. 62, Anm., und Würzburger Verhandlungen Bd. 10, S. 132), *Weismann* (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R. Bd. 11, S. 140) und *Koelliker* (Würzburger naturwissensch. Zeitschrift Bd. 2, S. 147). Eine freilich sehr beschränkte Möglichkeit des Ursprungs von verschmolzenen Zellen scheinen für die elastische Faser *Henle* (Jahresbericht von 1858, S. 50) und *Hessling* (Grundzüge S. 103) noch jetzt festzuhalten. *Boll* (a. a. O.) möchte den umgewandelten abgeflachten Bindegewebezellen und ihren Fortsätzen bei der Bildung elastischen Gewebes wieder die Hauptrolle zuschreiben. Auch im Netzknorpel lässt *C. Hertwig* (Arch. f. mikr. Anat. Bd. 9, S. 97) die elastischen Fasern durch eine »formative« Thätigkeit des Zellenprotoplasma entstehen. — 6) Ich kann nach Untersuchung des Nackenbandes von Schweinen die *Koelliker*'schen Angaben nur vollkommen bestätigen.

10. Das Knochengewebe.

§ 140.

Das Knochen- oder osteoide Gewebe[1]) ist kein ursprüngliches, unmittelbar aus den Zellen des mittleren Keimblattes hervorgegangenes Glied der Binde-

substanzgruppe. Es bildet sich vielmehr immer erst sekundär aus umgewandelten Abkömmlingen der Knorpel- oder Bindegewebezellen. Man muss es als die komplizirteste Erscheinungsform der Bindesubstanzgruppe betrachten. Es besteht aus einem Netzwerke sternförmig verzweigter, Zellen beherbergender Hohlräume mit reichlicher homogener Zwischensubstanz. Letztere zeichnet sich aus durch sehr bedeutende Härte und Festigkeit, und macht das Ganze zu dem resistentesten der verbreiteteren Gewebe. Das spezifische Gewicht beträgt für das kompakte Gewebe der Röhrenknochen 1,930, für das spongiöse 1,243 (*Krause* und *Fischer*). Wie schon der Name ausdrückt, findet sich im normalen menschlichen Leibe unser Gewebe, sehen wir ab von einer dünnen Ueberzugsmasse der Zahnwurzel, auf die Knochen beschränkt. Die Verbreitung desselben bei den Wirbelthieren bietet im Uebrigen beträchtliche Verschiedenheiten dar.

Knochen werden bekanntlich von den Anatomen nach ihrer Gestalt eingetheilt in lange oder Röhrenknochen, in breite oder platte und in kurze oder unregelmässige. Nach dem Gefüge unterscheidet man kompakte Knochen, wo das Gewebe als feste zusammenhängende Masse erscheint, und schwammige Knochen, wo die in Balken und Platten vorkommende Substanz ein System zelliger, zusammenhängender Hohlräume umschliesst. Die Röhrenknochen mit Ausnahme ihrer Endtheile (Epiphysen) zeigen uns das kompakte Gefüge, während die kurzen unregelmässigen Knochen, abgesehen von ihrer Rinde, schwammig gebildet sind, und bei den platten die spongiöse Substanz (Diploë) äusserlich von Lagen sehr festen Gewebes (den Glastafeln) bekleidet wird.

Die grosse Härte des osteoiden Gewebes gestattet die gewöhnlichen Untersuchungsmethoden nicht. Man ist daher entweder an die Beobachtung ausgesägter und geschliffener Plättchen, der Knochenschliffe, angewiesen, oder man muss durch Säuren die erhärtenden Mineralbestandtheile ausziehen, wo dann das entkalkte Gewebe (der sogenannte Knochenknorpel, wie ein schlecht gewählter Name lautet) oder das Ossein bei seiner knorpligen Konsistenz ein Zerschneiden gestattet [2].

Ueber die kompakte Substanz der Röhrenknochen zeigen vertikal herausgesägte Plättchen (Fig. 232) uns zunächst Folgendes: Das Ganze wird durchzogen von einem Kanalwerk netzförmig verbundener Längsgänge (*a. b. c. d*), welche eine Breite von 0,1128—0,0149^{mm} im Mittel mit Extremen nach beiden Seiten besitzen können, und in Entfernungen von etwa 0,1128—0,2820^{mm} bald mehr, bald weniger parallel verlaufen. Von Strecke zu Strecke sehen wir theils querübergehende, theils in schräger Richtung verbindende Gänge. — Erstreckt sich der Schliff durch die ganze Dicke des Knochens, so bemerkt man einen Theil der Kanäle sowohl nach innen in die grosse Markhöhle als nach aussen unterhalb des Periost frei ausmünden, und zwar häufig unter trichterförmigen Erweiterungen. Bogenartige Umbiegungen der Markkanälchen kommen an den Enden der Röhrenknochen gegen den Gelenkknorpel hin vor. — Dieses System von Gängen ist bestimmt, Blutgefässe, welche die Ernährung des Knochengewebes vermitteln, zu beherbergen. Es trägt den Namen der Mark- oder *Havers*'schen Kanälchen.

Es versteht sich von selbst, dass der Querschnitt (Fig. 233) ein völlig anderes Bild ergeben wird. In den gleichen Entfernungen treten die durchschnittenen Längskanäle in Gestalt rundlicher, oder, wenn der Gang mehr schief verlief, ovaler Löcher (*c. c*) uns entgegen. Ist ein transversal laufendes Verbindungskanälchen in die Ebene des Plättchens gefallen, so sind zwei rundliche Löcher durch einen Gang verbunden. Natürlich kommen eine Menge Zwischenformen vor.

Diese schöne Regelmässigkeit, welche das Mittelstück des Röhrenknochens darbietet, ist in andern als kompakten Knochen mehr oder weniger getrübt. In der Rindenschicht platter Knochen laufen die *Havers*'schen Gänge meist der Oberfläche parallel, gewöhnlich mehr strahlenförmig von einem Punkte ausgehend. In den kurzen Knochen ist in der Regel eine Richtung des Verlaufes vorwiegend.

In den Plättchen und Bälkchen spongiöser Knochenmasse tritt das System der Markkanälchen viel mehr zurück, und dieselben münden häufig unter trichterförmigen Erweiterungen in die zelligen Markräume aus. Manchmal sieht man einige



Fig. 232. Senkrechter Schnitt durch eine menschliche Phalange. Bei *a* und *b* zwei Markkanäle mit den Aesten *c* und *d*; bei *e* die Ausmündung der Kalkkanälchen in Form von Pünktchen; bei *f* die Knochenzellen mit Luft erfüllt.



Fig. 233. Ein Stück eines menschlichen Metacarpus im Querschliff. *a* Aeussere und *b* innere Oberfläche mit ihren Generallamellen; *c* Querschnitte *Havers*'scher Kanäle, umgeben von ihren Speziallamellen; *d* die intermediären Lamellen; *e* die Knochenkörperchen mit ihren Ramifikationen.

der *Havers*'chen Gänge mit trichterartigen Verbreiterungen zu einer kleinen zelligen Markhöhle zusammenfliessen, von welcher dann Uebergänge zu grösseren Höhlungen existiren.

Anmerkung: 1) Neben den Lehrbüchern von *Henle*, *Gerlach*, *Koelliker* vergl. man zur Literatur der Knochen *Miescher*, *de inflammatione ossium etc. Berolini* 1836, den *Tomes*'schen Artikel: »*Osseous tissue*« in der *Cyclopaedia of Anatomy and Physiology*, sowie die ausgezeichnete Arbeit von *Tomes* und *de Morgan* in den *Phil. Transact. for the year* 1853. *Part.* 1, *p.* 109. Man s. ferner *Rollett*'s Bearbeitung im *Stricker*'schen Buche S. 81. — 2) In Betreff der Technik s. *Frey*, Das Mikroskop, 5. Aufl., S. 175.

§ 141.

Das harte homogene Knochengewebe zwischen diesem *Havers*'schen Kanalwerke ist von geschichtetem, blätterigem Baue, welcher durch die Entstehung und

sukzessive Bildung der Knochensubstanz begreiflich wird. Diese Lamellen häften auf das Festeste zusammen, können jedoch an dem seiner Mineralbestandtheile entledigten, mazerirten Knochen abgespalten werden.

Das Schichtensystem ist aber ein doppeltes, indem wir einmal Blättern begegnen, welche durch die ganze Dicke des Knochens hindurchgehen, andererseits solche antreffen, welche das einzelne *Havers*'sche Kanälchen umgeben. Wir wollen erstere General- oder Grundlamellen, letztere Spezial- oder *Havers*'sche Lamellen nennen.

Auch dieses Verhältniss tritt uns nirgends schöner als an dem Querschliff des Mittelstücks eines Röhrenknochens entgegen. Fig. 233 kann eine Vorstellung gewähren. Die Generallamellen erscheinen hier als ein die ganze Dicke kontinuirlich durchlaufendes System konzentrischer Schichten, welche einwärts (*b*) um die grosse Markhöhle beginnend deren Wand bilden (Marklamellen), dann in dem mittleren Theile (*d*) bei zahlreichen Unterbrechungen weniger deutlich zu sein pflegen (intermediäre Lamellen), dagegen wieder äusserlich unter dem Periost (*a*) auf das Schärfste hervortreten (Beinhautlamellen). Es versteht sich von selbst, dass diese Schichtungen nur Theile eines und desselben Lamellensystems bilden. Die Zahl und Dicke der einzelnen Blätter wechselt. Letztere beträgt 0,0077—0,0156^{mm} und mehr. — Die Speziallamellen umgeben in verschiedener Anzahl, von etwa 6—18 mit Extremen nach beiden Seiten hin, den Querschnitt des *Havers*'schen Kanals (*c*). Ihre mittlere Dicke beträgt 0,0065—0,0127^{mm}; ihre Lagerung ist in der Regel eine mehr oder weniger konzentrische, und die innerste derselben bildet natürlich die Wand des Markkanälchens. Gar nicht selten liegt ein solches exzentrisch in seinem Lamellensystem. Ist es in höherem Grade der Fall, so wird letzteres nach dieser Seite hin unvollständig. Zuweilen sind benachbarte Lamellensysteme *Havers*'scher Gänge nochmals von sekundären Lamellen umschlossen (*Tomes* und *de Morgan*). Unsere Kanäle besitzen im Uebrigen eine derartige Umhüllung in sehr verschiedener Stärke. Gänge von mittlerer Weite pflegen das stärkste Lamellensystem zu führen. In den stärkeren Röhrenknochen des menschlichen Skelets stehen die *Havers*'schen Gänge so dicht, dass ihre konzentrischen Lamellen die intermediären fast gänzlich verdrängen, nicht so aber in den kleineren Knochen der Mittelhand und der Finger, wo die Entfernung, wie es allgemeiner bei Säugethieren vorkommt, eine grössere bleibt.

Verfertigen wir uns einen Längsschliff durch die kompakte Masse des Röhrenknochens, so wird das gestreckte Netzwerk der *Havers*'schen Gänge umgeben von längslaufenden Linien, deren Entfernung mit derjenigen der konzentrischen des Querschnittes stimmt. Es treten uns so die Lamellen als in einander geschachtelte Röhrensysteme von ansehnlicher Länge entgegen, welche wesentlich senkrecht gestellt sind. Nur horizontale Verbindungsgänge werden von entsprechend gelagerten Lamellen umhüllt. Letzteres bemerkt man, obgleich selten, am besten an einem im Querschnitt erscheinenden wagerechten Kanale [1]).

In den anderen Skeletstücken tritt diese schöne Regelmässigkeit der Schichtungen weniger hervor. So sehen wir schon in den Epiphysen der Röhrenknochen die Lamellensysteme in viel geringerer Ausbildung vorhanden, indem die Markkanäle von einer unbeträchtlicheren Anzahl jener umhüllt, und die inneren Generallamellen gänzlich vermisst werden. Bei spongiöser Knochenmasse tritt uns das blätterige Gefüge in dicken Balken und Plättchen noch deutlicher entgegen, während es mit der Massenabnahme letzterer mehr und mehr schwindet. In der Rindenschicht platter Knochen laufen die Generallamellen wie die Markkanäle mit den ihrigen parallel der Knochenfläche; ebenso bemerkt man in der kompakten, den kurzen Knochen bedeckenden Lage beiderlei Lamellensysteme. — Der rege Bildungsprozess, welcher in jungen Knochen stattfindet, führt häufig Wiederauflösungen schon fertiger Knochenmasse von einem *Havers*'schen Kanalsysteme aus herbei (Fig. 234. *a*). Es entstehen so unregelmässig begrenzte Hohlräume von

verschiedener Grösse mit angefressenen Rändern und wie ausgenagt erscheinenden Lamellen. *Tomes* und *de Morgan*[2]), welche zuerst hierauf hinweisen, geben jenen Lücken den Namen der *Havers*'schen Räume (*Haversian spaces*).



Fig. 234. Ein menschliches Fingerglied im Querschnitte; a^* ein *Havers*'sches Lamellensystem gewöhnlicher Art; *a a* zwei andere, welche im Innern eine Resorption erlitten haben (*b b*), und so *Havers*'sche Räume bilden, die von neuen Lamellen gefüllt sind; *c* abermalige Resorption in einem solchen mit Ablagerung neuer Knochenmasse; *d* unregelmässige Lamellen und *e* gewöhnliche intermediäre.

Später kann ein derartiger Hohlraum von einem neuen Speziallamellensysteme wieder ausgefüllt werden, wobei alsdann die charakteristischen Begrenzungen den Ursprung beurkunden (*b. b*). Ja, wie ich vor Jahren an einer menschlichen Phalanx sah, es vermag ein solches den *Havers*'schen Raum erfüllendes Lamellensystem nochmals eine Resorption von der Mitte her zu erleiden, und dann eine abermalige oder tertiäre Erzeugung konzentrischer Lamellen im Innern stattzuhaben (*c*). Wieder ausgefüllte *Havers*'sche Räume sind übrigens nicht seltene Vorkommnisse. Wo sie häufiger auftreten, können sie eine nicht unbeträchtliche Unregelmässigkeit in die Knochentextur hereintragen.

Anmerkung: 1) Im Uebrigen müssen die Lamellen horizontaler Verbindungskanäle an kleinen Präparaten leicht das Bild intermediärer Grundlamellen darbieten. — 2) a. a. O. p. 111.

§ 142.

Die Knochensubstanz selbst, welche wie das Polarisationsmikroskop lehrt, zu den doppelbrechenden Geweben[1]) rechnet, bietet im Allgemeinen ein mehr homogenes, aber keineswegs sehr durchsichtiges Ansehen dar. Sie erscheint vielmehr ziemlich matt und trübe. Wendet man sehr starke Vergrösserungen an, so bemerkt man (zuweilen ziemlich deutlich) eine feine Punktirung jener Masse. Darauf hin haben manche Histologen (*Tomes*, *Todd-Bowman* und *Koelliker*) eine granulirte Textur des Knochengewebes angenommen, während andere (*Henle*, *Gerlach*) dieses in Abrede stellen[2]). Dass die Querschnitte der zahlreichen feinsten Kanälchen des Knochengewebes hierbei eine Rolle spielen, wenn sie auch vielleicht nicht alles erklären, scheint unzweifelhaft.

Ebenso gewahrt man an Querschnitten, aber in sehr ungleicher Schärfe, an jeder *Havers*'schen Lamelle einen äusseren, mehr dunkleren und einen inneren helleren Theil (Fig. 234), eine Sonderung deren Bedeutung zweifelhaft erscheint.

Man ist in späterer Zeit noch auf ein eigenthümliches Fasersystem der Knochengrundmasse, auf die perforirenden oder *Sharpey*'schen Fasern (Fig. 235) aufmerksam geworden [*Sharpey*, *H. Müller*, *Koelliker*[3]), *Gegenbaur*]. Sie kom-

men beim Menschen und Säugethier, häufiger noch bei Amphibien und Fischen vor, erscheinen aber mit einer gewissen Unregelmässigkeit und Variabilität.



Fig. 235. Die *Sharpey*'schen Fasern *b* einer Beinhautlamelle der menschlichen Tibia; *a c* Knochenhöhlen.

Die von der Beinhaut gebildeten Lamellensysteme, also die Grundlamellen, ebenso peripherische *Havers*'sche Systeme, werden von den betreffenden Fasern, die aus der Beinhaut sich einsenken, durchsetzt, »wie die Blätter eines Buches von einem senkrecht durchgetriebenen Nagel«. Es erscheinen jene häufig an dem einen Ende trichterförmig verbreitert, können aber auch zugespitzt, verzweigt etc. sich darbieten. An vielen Stellen bilden sie ein Netzwerk von bald weiteren, bald engeren Maschen. In den Röhrenknochen der Amphibien und Säugethiere (Fig. 236) besteht das betreffende Fasersystem aus longitudinalen Säulen (*b. b*), von welchen gegen die Beinhaut wie gegen die *Havers*'schen Kanälchen radiäre, die Lamellen perforirende Astsysteme (*c*) abtreten. In der Substanz der Fasern, namentlich aber in ihren Knotenpunkten, können wir Knochenkörperchen begegnen. Die *Sharpey*'schen Fasern hängen mit der Beinhaut zusammen, sind Reste stehengebliebener Bindesubstanz, d. h. Bindegewebebündel, aus der Zeit jener Lamellenbildung, und die in ihren Knochenhöhlen enthaltenen Zellen haben die Bedeutung der bindegewebigen (*Gegenbaur*). Auch das chemische Verhalten der meistens verkalkten Fasern stimmt damit überein [4]). Entsprechend ihrer Herkunft aus der Beinhaut müssen sie den die *Havers*'chen Spaces (Fig. 234) erfüllenden Lamellensystemen abgehen.



Fig. 236. Querschnitt aus dem Metatarsus des Rindes (nach *Gegenbaur*). *a Havers*'sches Kanälchen; *b* querdurchschnittene Säulen des *Sharpey*'schen Fasersystems; *c* deren Astsysteme, zum Theil mit Knochenkörperchen in Verbindung.

Der wichtigste Theil des osteoiden Gewebes sind die Zellen desselben, welche in reichlichster Fülle [5]) der Grundmasse eingebettet



Fig. 237. Querschnitt eines menschlichen Knochens; *a. b* zwei durchschnittene *Havers*'sche Gänge umgeben von Speziallamellen *c. d*; *e. f* die Grundlamellen.

sind, umschlossen von den erweiterten strahligen Knotenpunkten eines höchst entwickelten, die harte Substanz durchziehenden Kanalwerks.

Wir müssen indessen letzteres vor allen Dingen kennen lernen.

Dieses Kanalwerk, dessen feine Gänge Kalkkanälchen heissen, während die erweiterten Stellen oder Knotenpunkte den Namen der Knochenhöhlen tragen, galt anfänglich für eine Ablagerungsstätte der Knochenerde, eine irrthümliche Auffassung, welche sich in einem jener Namen erhalten hat.

Die Knochenhöhlen (Fig. 237) zeigen sich in frischen, feuchten Knochen als länglich runde, bald kürzere, bald längere, linsenförmige Räume, welche die eine breite Fläche dem Markkanal zukehren, von wasserhellem Ansehen und ziemlich wechselnder Gestalt. Ihre Länge kann auf 0,1805—0,0514^{mm} bei einer Breite von 0,0068—0,0135^{mm} und einer Dicke von 0,0045—0,0090^{mm} angenommen werden. Sie liegen auf dem Querschnitte meistens im Innern der Lamellen, bisweilen auch zwischen denselben, so dass ihre Längsaxe der Begrenzungsfläche der Lamelle mehr parallel verläuft. Allgemeine und spezielle Lamellen bieten in dieser Hinsicht keinen erheblicheren Unterschied dar. Die Ausläufer der Knochenhöhlen, feine Gänge von 0,0014—0,0018^{mm}, können hierbei nur über kürzere Strecken verfolgt werden, und verschwinden bald in der Grundsubstanz.

Bei weitem schönere und prägnantere Bilder dieses Höhlen- und Kanälchensystemes geben Schliffe getrockneter Knochen, wo das Röhrenwerk mit Luft erfüllt bei durchfallendem Lichte dunkel und schwarz (bei auffallendem weiss) in grösster Schärfe und Deutlichkeit hervortritt, und jetzt als auffallendstes Formelement bei mikroskopischer Untersuchung des Gewebes vor allem das Auge fesselt. (Fig. 232. 233. 234. 237). Von den zackigen Knochenhöhlen entspringen in enormer Zahl die sogenannten Kalkkanälchen, um in unregelmässig radienförmigem Verlaufe unter manchfachen Theilungen die Grundsubstanz gedrängt zu durchsetzen, wobei eine Menge von Kommunikationen mit den Ausläufern benachbarter Knochenhöhlen zu bemerken sind; ebenso die Kanälchen von dem einen Lamellensysteme in ein anderes herübertreten.

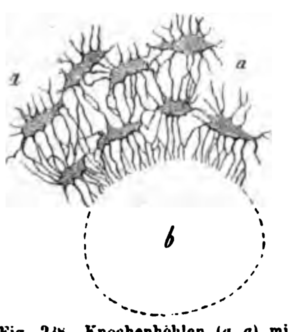


Fig. 238. Knochenhöhlen (a. a) mit ihren zahlreichen Ausläufern, einmündend in den quer durchschnittenen *Havers*'schen Kanal (b).

Verfolgt man diese feinen Gänge eines Querschliffes (Fig. 238. *a*), so sieht man sie einmal konvergirend nach dem durchschnittenen *Havers*'schen Kanale verlaufen, und in diesen einmünden (*b*). Ebenso gelingt es leicht, in den inneren, die grosse Markhöhle begrenzenden Generallamellen die Oeffnung anderer Kalkkanälchen zu bemerken, sowie an den peripherischen Beinhautlamellen eine dritte Mündung nach aussen unter dem Periost[6]).

Am Längsschnitt (Fig. 232) bemerkt man die Knochenhöhlen die Markkanäle umgeben, und einen Theil ihrer Ausläufer in mehr horizontaler Richtung in jene sich öffnen. Besonders instruktiv sind solche Stellen, wo man die Wand eines der Länge nach geöffneten *Havers*'schen Ganges antrifft, und wo diese durch die zahlreichen Oeffnungen der Kalkkanälchen ein punktirtes Ansehen gewinnt (Fig. 232. *c*). Auch die übrigen Knochen zeigen uns die eben geschilderten Gebilde, allerdings unter mancherlei Modifikationen der Zahl und Stellung.

Dieses so ungemein entwickelte System zahlreicher Knochenhöhlen und Kalkkanälchen mit seiner Menge freier Ausmündungen macht es begreiflich, dass ein Knochenplättchen beim Eintrocknen rasch mit atmosphärischer Luft sich zu füllen vermag; ebenso beim nachherigen Zusatz eines Oeles oder dünnflüssigeren Kanadabalsams schnell die eingedrungene Luft wieder entweichen lässt. Besonders schön gestaltet sich bei mikroskopischer Untersuchung dieses allmähliche Verdrängtwerden der Luft durch das vordringende Oel. Nicht selten gewähren mikrosko-

pische, in Balsam eingelegte Präparate die beiderlei Erscheinungsformen des Kanalwerks und der Höhlen. Ein Theil hat die Luft zurückgehalten, ein anderer ist mit dem eingedrungenen Balsam erfüllt. Ebenso kann das Ganze mit gefärbter Masse injizirt werden (*Gerlach*).

Die Frage, ob eine von der übrigen Grundsubstanz verschiedene Masse die Wandung jenes komplizirten Kanalwerkes bildet, oder ob letzteres nur ein System wandungsloser Lakunen darstellt, ist vielfach aufgeworfen; aber bis zur Stunde von den Histologen verschieden beantwortet worden.

Schon seit Jahren hatte man gelernt, durch Alkalien oder konzentrirte Mineralsäuren ein jenen Knochenhöhlen und Kalkkanälchen entsprechendes Ding aus der Grundmasse zu isoliren. Von den Einen wurden die so freigelegten Gebilde für ein weiches Zellennetz genommen, während andere das erwähnte Wandungssystem jenes Kanalwerks darin erblickten.

Da nicht allein am frischen Knochen, sondern auch an solchen wo lange Mazeration alle Weichtheile zerstört haben muss, selbst an zu Drechslerwaaren verarbeiteten Knochenmassen, wie *Neumann*[7]) gezeigt, die Isolirung des betreffenden Netzwerks öfters noch gelingt, werden wir uns für die selbstständige verkalkte Wandung als Regel zu entscheiden haben.

Die bisherigen Betrachtungen haben uns zwar das Kanalwerk, nicht aber die den Knochenhöhlen eingebetteten zelligen Elemente kennen gelehrt. Lange wurden dieselben, die Knochenzellen, auch übersehen, indem man die bei den Anatomen beliebten mazerirten Knochen vorwiegend benutzte. Nachdem schon frühere Beobachter hier und da in den Knochenhöhlen einen Kern gesehen haben wollten, lenkte auf die Zellen des Knochengewebes *Virchow*[8]) die allgemeine Aufmerksamkeit.

Und in der That zellenähnliche Körper lassen sich leicht gewinnen. Hierzu (Fig. 239) eignen sich frische Knochen, welche entweder einfach in Salzsäure mazerirt oder nachträglich gekocht sind oder, was am meisten zu empfehlen, nach vorhergegangener Einwirkung der Chlorwasserstoffsäure eine kurze Zeit lang mit Natronlauge aufgekocht wurden. In der nun weichen, oft schleimig zerfliessenden Interzellularsubstanz (*b*) sieht man in Gestalt der früheren Knochenhöhlen gleichgeformte Gebilde mit kürzeren oder längeren Ausläufern, deutlicher Wand und einem ovalen oder länglichen, im Mittel 0,0074^{mm} messenden Kerne von verschiedener Schärfe. Am frappantesten sind Ansichten, wo man durch vorsichtiges Schieben und Drücken das Ding ganz oder theilweise von der anhaftenden Grundmasse befreit hat (*a*—*d*).



Fig. 239. Zellenartige Gebilde aus der *Diaphyse* des *Femur*; *a* und *c* mit Kernen; *b* ein solches mit einem anhaftenden Reste der erweichten Grundmasse; *d* ein anderes, dessen Nukleus in Körnchen zerfallen ist.

Man hat in jenen Isolationsprodukten sternförmige durch eine sehr resistente Hülle ausgezeichnete Zellen erblicken wollen, da nach einem Kochen mit Natronlauge nicht wohl mehr an die Erhaltung eines von gewöhnlicher Membran begrenzten oder gar hüllenlosen Zellenkörpers gedacht werden kann.

Genaues Beobachten des frischen Knochens ergibt aber ein anderes Resultat. Nach schonender Behandlung, etwa unterstützt durch Karminfärbung, erkennt man in der Knochenhöhle (Fig. 240. *a*) eine kleinere, meist unbestimmt längliche, bisweilen mit ganz kurzen gegen die Mündung des Kalkkanälchens gerichteten Spitzchen versehene hüllenlose Zelle mit verlängertem Kern (*b*). Wie weit dieses der Bindegewebezelle entsprechende Bild dem Verhalten im lebenden



Fig. 240. Knochenzelle aus dem frischen Siebbein der Maus mit Karmin tingirt.

Gewebe entspricht, ob nicht das kontraktile Protoplasma fadenförmige Fortsätze in die Kalkkanälchen vorschiebt — dieses zu entscheiden muss künftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben[9]. Unsere Fig. 239 zeigte uns also die Wandung der Knochenhöhlen mit einem Zellenkörper isolirt. Nach dem Besprochenen ergibt sich eine wichtige Parallele der Knochenzelle und ihres Wandungssystems mit der Bindegewebezelle und der Grenzschicht derselben sowie mit der Zelle und Kapsel des Knorpels[10].

Anmerkung: 1) Vergl. *Valentin*'s Schrift: Die Untersuchung der Gewebe etc. im polarisirten Lichte, S. 256. — 2) *Tomes* (*l. c. p.* 848) erhielt beim Zerdrücken kalzinirter Knochen äusserst kleine Körnchen. *Koelliker* (Handbuch S. 186) geht soweit, anzunehmen, dass die Grundmasse des Knochens aus einem innigen Gemenge organischer und unorganischer Verbindungen in Gestalt fest vereinigter feiner Körnchen bestehe. — 3) Die betreffenden Fasern fand im Jahre 1856 *Sharpey* auf (in der sechsten, durch *Sharpey* und *Ellis* besorgten Auflage von *Quain's Elements of anatomy. London*). Ihr Verhalten und Vorkommen untersuchten dann namentlich bei höheren Thieren und dem Menschen *H. Müller* (Würzburger naturwiss. Zeitschrift Bd. 1, S. 296), bei niederen Vertebraten *Koelliker* (ebendaselbst S. 306). Man vergl. ferner *R. Maier* in *Virchow*'s Archiv Bd. 26, S. 358, auch *N. Lieberkühn* in den Monatsberichten der Berliner Akademie. 1861, S. 265. Die genaueste Erforschung hat aber das betreffende Fasersystem in neuester Zeit durch *Gegenbaur* (Jenaische Zeitschr. für Medizin und Naturwissenschaften Bd. 3, S. 232) erfahren. — 4) Das Verhalten der *Sharpey*'schen Fasern im erkrankten Knochen ist von *R. Maier* (a. a. O.) untersucht worden. — 5) Von der Menge der Knochenkörperchen kann man sich aus einer Berechnung *Harting*'s (a. a. O. p. 78) eine Vorstellung machen, wonach ein Quadratmillimeter Knochensubstanz im Mittel 910 derselben führt. — 6) Geschlossene Enden der Kalkkanälchen kommen nur sehr selten und ausnahmsweise hier und da vor. Die eingedrungene Luft galt früher für eine sehr feinkörnige Knochenerde, die in manchen Knochenkörperchen fehlend das Bild einer Lücke erzeugen sollte. — 7) Vergl. dessen schöne Arbeit: Beitrag zur Kenntniss des normalen Zahnbein- und Knochengewebes. Königsberg 1863, S. 42. — 8) Würzburger Verhandlungen Bd. 1, S. 193 und Bd. 2, S. 150. Vergl. auch *Koelliker*'s Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 1, S. 296. — 9) *H. Joseph* (Arch. f. mikr. Anat. Bd. 6, S. 182) nimmt auf Vergoldungspräparate hin die Existenz langer dünner Zellenausläufer in den Kalkkanälchen an. — 10) Schon *Donders* (Holländische Beiträge Bd. 1, S. 56 und 66) scheint eine derartige Meinung zu hegen. Mit der im Text gegebenen Darstellung stimmen dann im Allgemeinen überein: *Bruch* (Zeitschr. für wissensch. Zoologie Bd. 6, S. 203), *Henle* (im Jahresbericht für 1857, S. 91, 1858, S. 93 und 1859, S. 77), *Aeby* (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R. Bd. 4, S. 51 und 65), *Rouget* (*Journal de physiologie. Tome* I. *p.* 768), *Beale* (Struktur der einfachen Gewebe, S. 128), *Neumann* (a. a. O. S. 47) und *Hessling* (Grundzüge, S. 110). — Zu auffallenden Ergebnissen ist in neuerer Zeit *Klebs* (Centralblatt 1868, S. 81) über den Inhalt der Knochenhöhlen gelangt. Sie sollen im ausgebildeten lebenden Knochen keine Knochenzellen oder nur noch ganz rudimentäre Reste enthalten, sondern mit Kohlensäure erfüllt sein, indessen mit Ausnahme derjenigen Abschnitte, welche an feuchtes Gewebe angrenzen. Erst nach vollkommener Erhärtung der Grundsubstanz beginne diese Gasfüllung. Aehnlicher Ansicht für den ausgewachsenen Knochen ist auch, wie es scheint, *Beale* (*Archives of med. Vol.* V, *p.* 38). Mit Recht hat sich dagegen *Joseph* erklärt (a. a. O.). Er sah überall, auch bei alten Thieren in den Höhlen die Knochenzellen. Meine bisherigen Beobachtungen stimmen damit überein.

§ 143.

Was die Knochenmischung[1] betrifft, so treten neben der eigentlichen Substanz (mit Zellen und Grundmasse) die Markbehälter als Zugaben auf, deren verschiedenartige Inhaltsmassen nicht entfernt werden können.

Frische Knochen zeigen beim Menschen und höheren Wirbelthier einen ziemlich geringen Wassergehalt; namentlich das kompakte Gewebe, wo er 3—7% beträgt, während das schwammige Gefüge einen von 12—30% führt (*Stark*). Junge Knochen sind im Uebrigen wasserreicher als ältere[2].

Das trockne Knochengewebe besteht aus etwa 30—45% und mehr leimgebender Materie, erhärtet durch einen Ueberschuss der sogenannten Knochenerde, eines Gemenges anorganischer Salze. Hierzu kommt noch eine geringe, aber wechselnde Menge von nicht in Leim zu verwandelnden Stoffen, welche auf

die Knochenzellen und auf das Wandungssystem der Höhlen und Kalkkanälchen, ebenso auf nicht entfernte Inhaltsmassen der Markräume zu beziehen sind.

Der Leim, der durch das Kochen des von seinen Salzen befreiten Knochens (welcher, wie erwähnt, nach Verlust der Knochenerde knorpelartig weich erscheint und Knochenknorpel [Ossein] heisst) erhalten wird, ist Glutin (S. 22), was auch beim Bindegewebe der Fall war.

Interessant, und auf zurückgebliebene Reste des vorherigen Knorpels deutend, ist das Vorkommen geringer Beimengungen von Chondrin (*Müller*, *Simon*, *Bibra*). Sekundäre, vom Periost gebildete Knochenmassen (s. u.) dürften gänzlich chondrinfrei sind [3].

Die Knochenerde stellt ein Gemenge verschiedener Salze dar, deren Basen Kalk und in sehr untergeordneter Weise Magnesia sind, gebunden an Phosphorsäure, Kohlensäure und eine geringe Menge von Fluor.

Weitaus in grösster Menge, obgleich wiederum nach Alter, Ernährungsweise, einzelnen Skelettheilen manchfach schwankend, erscheint der basisch phosphorsaure Kalk (S. 59). Doch mag es dahin stehen, ob nur diese Verbindung im Knochen vorkommt. In weit untergeordneterer Art findet sich das kohlensaure Salz, und noch geringer gestaltet sich die Menge des Fluorcalcium. Endlich erscheint, dem massenhaften Vorkommen der Kalksalze gegenüber, ganz unerheblich die Zumengung der Talkerde, welche man gewöhnlich (und auch wohl mit Recht) nur als phosphorsaure Verbindung annimmt.

Daneben zeigen frische Knochen noch Alkalisalze mit Phosphorsäure. Chlor (Schwefelsäure?), ebenso Eisen, Mangan, Kieselerde, was wohl der das Gewebe durchtränkenden Ernährungsflüssigkeit zuzurechnen ist.

Durch Glühen kann die organische Grundlage mit Schonung der Knochenform entfernt werden. Aber der geglühte Knochen hat alle Kohäsion verloren, und fällt rasch beim Anfassen auseinander zu einer weissen pulverigen Masse. Halten wir fest, dass keine Aequivalentverbindung des phosphorsauren Kalkes mit Glutin existirt, dass die Menge der Knochenerde in den einzelnen Knochen beträchtlich wechselt, sowie, dass die Mineralbestandtheile ohne die geringste Schädigung der Textur dem Knochengewebe zu entziehen sind, so kann die Verbindung der Knochenerde mit dem sogenannten Knochenknorpel wohl nur eine mechanische sein. Doch hat die körnige Einbettung von Kalksalzen in den verkalkenden Knorpel gegenüber der von Anfang an diffusen in das osteogene Gewebe etwas Räthselhaftes.

Heintz [4]) gewann für das kompakte Gewebe des Oberschenkels des Weibes in zwei Fällen:

	1.	2.
Phosphorsauren Kalk . .	85,62	85,83
Kohlensauren Kalk . .	9,06	9,19
Fluorcalcium	3,57	3,24
Phosphorsaure Magnesia .	1,75	1,74

Die Menge der Knochenerde variirt, wie man anzunehmen pflegt, einmal nach den verschiedenen Skelettstücken eines und desselben Körpers. So erhielt *Rees* für das Schläfebein das Maximum mit 63,50 und das Schulterblatt die geringste Zahl mit 54,51%; *Bibra* für den Oberschenkel die höchste Ziffer mit 69, für das Sternum die niedrigste mit 51% [5]). Kompaktes Knochengewebe ist im Allgemeinen reicher an Knochenerde als schwammiges, wahrscheinlich weil letzteres nur sehr ungenügend von den eingeschlossenen Weichtheilen befreit werden kann [6]).

Ferner soll dasselbe Knochenstück nach dem Alter ändern, indem es in jungen Jahren reicher an organischer Materie als in späterer Zeit erscheine. So traf *Bibra* das Femur eines 7monatlichen Fötus mit 59,62% Knochenerde, das des Kindes von 9 Monaten mit 56,43, das des 5jährigen Kindes mit 67,80, das des

25jährigen Mannes mit 68,97; bei einem Weibe von 62 Jahren mit 69,82 und einem von 72 Jahren mit 66,81 [7]).

Ein interessanter, noch nicht hinreichend aufgeklärter Umstand ist der Reichthum fossiler Knochen an Fluorcalcium. Er kann 10, ja 16% der Asche erreichen [8]).

Anmerkung: 1) Man vergl. *Bibra*'s Chemische Untersuchungen über die Knochen und Zähne des Menschen und der Wirbelthiere. Schweinfurt 1844; ferner *Lehmann*'s Physiol. Chemie Bd. 3, S. 11 und Zoochemie S. 429; *Mulder* (a. a. O. S. 160); *Schlossberger* (a. a. O. Abth. 1, S. 3); *Hoppe* in *Virchow*'s Archiv Bd. 5, S. 174, sowie dessen Handbuch der physiologisch- und pathologisch-chemischen Analyse. 2. Aufl. S. 369; die Werke von *Gorup* (3. Aufl. S. 573) und *Kühne* (S. 391); *Frémy* in den *Annal. de Chim. et de Phys.* 3. *Série, Tome* 43, *p.* 47; *Recklinghausen* in *Virchow*'s Archiv Bd. 14, S. 466 und *A. Milne Edwards* in den *Annal. d. Scienc. nat.* 4. *Série, Tome* 13, *p.* 191. — 2) Nach *K. Aeby* soll das Wasser die Rolle des Krystallwassers hier spielen, so dass der Knochen mit demselben als »trocken« zu betrachten sei. Daher die schwer eintretende Fäulniss auch unter Wasser. Man s. Centralblatt 1871, S. 209 und S. 561. — 3) Eine Frage, welche früher die Chemiker und Physiologen manchfach beschäftigt hat, die nach der Umwandlung des Chondrigen in Kollagen beim Ossifikationsprozesse (S. 23), hat nach den neueren Aufschlüssen über diesen Vorgang (*Bruch, H. Müller*) nahezu allen Werth verloren, da der Knorpel nicht in Knochen sich metamorphosirt, sondern einschmelzend dem Knochengewebe Platz macht. Es werden die chondrigenen Substanztheilchen wohl zersetzt und resorbirt, während aus der Blutbahn neue eiweissartige Materie abgeschieden wird, die sich in Kollagen, gerade wie beim Bindegewebe, umwandelt. — 4) *Poggendorff*'s Annalen Bd. 77, S. 267. — 5) *Rees* (*London and Edinburgh phil. mag.* 1838) fand (in einer möglicherweise nicht genügenden Untersuchung) die darauf bezügliche Reihe: Schläfebein, Oberarm, Oberschenkel, Radius, Ulna, Fibula, Tibia, Darmbein, Schlüsselbein, Rippen, Wirbel, Metatarsus, Brustbein, Schulterblatt. *Bibra* bekam eine etwas andere Folge. — 6) Uebereinstimmend erhielten *Frerichs* (Annalen Bd. 43, S. 250) und *Bibra* für das kompakte Gewebe einen stärkeren Ueberschuss des phosphorsauren Kalks. Der kohlensaure Kalk soll nach Ersterem in beiden Geweben ziemlich gleich, nach Letzterem im schwammigen Gewebe beträchtlicher ausfallen, während *Recklinghausen* jede derartige Differenz in Abrede stellt. — 7) Dieses wurde von *Stark* und *Frémy*, ebenso von *Recklinghausen* und *Aeby* bestritten. Nach dem vorletzten Forscher soll auch im Gehalt an Knochenerde zwischen alter und neugebildeter Knochensubstanz kein Unterschied sich ergeben. — 8) *Lassaigne* erhielt für das Anoplotherium (Zahn) bis 15%, *Lehmann* für den Hydrarchos (Rippe) bis 16% Fluorcalcium (Phys. Chem. Bd. 1, S. 400). Man s. *Schlossberger* a. a. O. S. 79.

§ 144.

Für den mechanischen Aufbau des Körpers kommen die Knochen durch ihre Härte und Festigkeit in Betracht, indem sie hierin den Knorpel weit übertreffen. Sie dienen zum Schutze von Eingeweiden, und bilden durch die Muskeln bewegte Hebelsysteme. Durch die Einlagerung der Knochenerde wird der biegsame Knochenknorpel erhärtet, um ohne Krümmung die Last des Körpers etc. zu ertragen. Zugleich bleibt ihm eine gewisse Elasticität und Kohäsion, welche auch starken Eingriffen noch Widerstand leisten kann ohne Bruch des Gewebes. Ein Steigen der Mineralbestandtheile verleiht allmählich dem Knochen eine grössere Sprödigkeit und leichtere Zerbrechlichkeit. Kindliche und Greisenknochen zeigen derartige Unterschiede im normalen Leben, welche pathologisch sich noch zu erhöhen vermögen.

An dem chemischen Geschehen des Organismus betheiligen sich die Knochen in erheblicherer Weise durch ihren Stoffwechsel. Ist uns dieser auch in seinen Richtungen, sowie in seiner Grösse noch nicht genau bekannt, so zwingen doch die physiologischen Thatsachen, ihn als einen nicht unbedeutenden anzusehen, der freilich wieder sehr erheblich steigen und fallen mag. Es gehören hierher einmal das ganze wuchernde vegetative Leben des Knochens, die häufige Neubildung seiner Substanz, die Heilung der Knochenbrüche u. a. mehr. Ebenso lehren die bekannten Versuche mit einem Metallring, der um den Knochen junger Thiere gelegt, später in das Innere eingedrängt bemerkt wird, diesen grösseren Umsatz

der Knochenmaterie, für welche jedoch wohl den schönsten Beweis die Entwicklungsgeschichte des Gewebes liefert. Im Uebrigen braucht natürlich mit dem Wechsel des Stoffes kein Untergang des Gewebes verbunden zu sein. Auch im chemischen Gebiete vermögen wir dieses Kommen und Gehen der Materie zu zeigen. Bei dem massenhaften Vorkommen der phosphorsauren Kalkerde wird es begreiflich, wie eine mangelhafte Zufuhr dieses Salzes in einer ungenügenden Erhärtung der Knochen widerklingen werde [*Chossat*[1]]. Auch die bekannten Fütterunsgversuche junger Thiere mit Krapp haben in der neueren Zeit wieder an wissenschaftlicher Bedeutung gewonnen, indem nur das während der Färberöthe-aufnahme gebildete neue Knochengewebe (d. h. also sowohl die Innenschicht der Markkanälchen als die unter dem Periost gelegenen äussersten Grundlamellen) sich färben [*Lieberkühn*, *Koelliker*[3]].

Das so unendlich komplizirte System der Kalkkanälchen und Knochenhöhlen hat man für diesen energischen Wechsel der Massen als den physiologischen Ernährungsapparat angenommen, als ein plasmatisches Gefässsystem, welches aus den Blutgefässen der Markkanäle und Knochenoberflächen transsudirtes Ernährungsfluidum mit seinen so feinen Oeffnungen empfängt, und durch das ganze Gewebe leitet, so dass jeder kleinste Theil der Grundmasse an der Zufuhr von ernährenden organischen wie anorganischen Stoffen Antheil nimmt [*Goodsir*, *Lessing*, *Virchow*[4]]. Das Strömen einer Ernährungsflüssigkeit in diesem durch die Knochenzellen vielfach unterbrochenen Kanalwerk muss sehr bedenklich erscheinen, wenngleich eine Bedeutung für die Knochenernährung jenen Gängen damit nicht abgesprochen werden soll.

Anmerkung. 1) *Chossat* in der *Gaz. méd.* 1842, *p.* 208. — 2) Ueber diese schon im vorigen Jahrhundert von *Duhamel* angestellten Versuche s. man *Flourens* (*Annal. d. scienc. nat.* 2. *Série. Tome* 13, *p.* 97); *Bruch* (a. a. O. S. 116); *Schlossberger* (S. 65) und *N. Lieberkühn*, Ueber Wachsthum und Resorption der Knochen. Marburg 1867. Programm; *Koelliker* in d. Verhandl. der Würzb. phys.-med. Gesellschaft. N. F. Bd. 3 (Sep.-Abdr.). — 3) Interessant ist es, dass nachdem die Krappaufnahme eine Zeit lang ausgesetzt war, wieder eine äusserste farblose Schicht der rothen Lage aufliegt. Zum genaueren Verständniss verweisen wir auf den nachfolgenden Abschnitt über Osteogenese. — 4) *Goodsir*, *Anatomical and pathological researches. Edinburgh* 1845, *p.* 66; *J. B. Lessing*, Verhandlungen der naturwiss. Gesellsch. in Hamburg 1845, S. 60; *Virchow* in den Würzburg. Verhandlungen Bd. 2, S. 150.

§ 145.

Das Knochengewebe, wir bemerkten es schon früher, ist kein primäres: es gehört vielmehr zu den spät erscheinenden des menschlichen Körpers, und fehlt in einer Periode, wo schon die Entwicklung der meisten übrigen Gewebe weit vorgerückt ist, noch gänzlich.

Es verhält sich somit völlig anders als der Knorpel, an dessen Stelle es gerade in grosser Ausdehnung treten soll. Im Uebrigen entwickelt sich das Knochengewebe nach den einzelnen Lokalitäten des Leibes in sehr ungleichen Zeiträumen.

Die Entstehung desselben oder die Lehre vom Verknöcherungsprozesse bildet einen der schwierigsten und streitigsten Abschnitte der Histologie.

Da mit Ausnahme eines Theiles der Kopfknochen die sämmtlichen Skeletstücke knorplig vorgebildet sind, und das unbewaffnete Auge den Knorpel anscheinend zum Knochengewebe sich verändern sieht, so konnte nichts näher liegen als der Gedanke, dass Knochenmasse aus der Umwandlung von Knorpel hervorgehe, eine Anschauung, welche auch die mikroskopische Gewebelehre bis in die neuere Zeit beherrschte[1].

Durch die Untersuchungen von *Sharpey*, *Bruch*, *Baur* und *H. Müller* hat sich herausgestellt, dass diese ältere Anschauung nicht mehr haltbar, dass die Knorpelmasse zwar zur Verkalkung gelangt, nicht aber Knochengewebe zu werden pflegt.

vielmehr einschmelzend der hereinbrechenden Knochenbildung Platz zu machen hat (S. 178). Letztere erfolgt stets auf einfachem Wege. Neue Generationen strahliger Zellen treten in anfangs weicher, bald diffus verkalkender Grundmasse auf, und stellen so das osteoide Gewebe dar.

Anmerkung: 1) Gerade an der Hand des Mikroskops bemühten sich die Forscher lange Zeit hindurch, eine derartige Metamorphose des gefässlosen, nicht geschichteten und mit rundlichen Zellen versehenen Knorpels zum gefässführenden, lamellösen und strahlige Zellen enthaltenden Knochen darzulegen, und besonders die Uebergangsweise der Knorpel- zur Knochenzelle zu ermitteln. Die Geschichte unserer Disziplin (s. *Koelliker*, Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 1, S. 344) zeigt, wie drei auf den letzteren Punkt bezügliche Anschauungen nach einander auftauchen und sich gegenseitig das Feld streitig machen. Nach der einen dieser Meinungen sollte der Kern einer Knorpelhöhle, strahlenförmig auswachsend, ein Knochenkörperchen bilden. Nach einer zweiten Theorie sollte sogar die ganze Knorpelzelle diese Formumwandlung erfahren. Eine dritte Ansicht, welche eine Zeitlang das Feld siegreich zu behaupten schien, ist von *Schwann* und *Henle* ausgegangen. Nach ihr wird das Knochenkörperchen erzeugt durch eine ungleiche Verdickung der Kapselwand der Knorpelzelle. In der That schien das Vorkommen sternförmig eingeschrumpfter eigentlicher Knorpelzellen innerhalb ihrer Kapseln und die Entdeckung der zelligen Natur des Knochenkörperchens durch *Virchow* diese Auffassung zu bewahrheiten; ebenso die Erforschung rhachitischer Knochen durch *Koelliker* u. A. — Allein schon im Jahre 1846 hatte *Sharpey* (*Quain's Anatomy, fifth edition, by Quain and Sharpey. Part.* 2, *p.* 146. *London* 1846) und bald sich ihm anschliessend *Koelliker* (Berichte von der zootomischen Anstalt zu Würzburg. Leipzig 1849, S. 35) für den Menschen und die Wirbelthiere die Entstehung ächter Knochensubstanz auch von bindegewebigem häutigem Substrate aus behauptet, welche einmal das Wachsthum der Knochen vom Periost her bedinge, ebenso bei einer Anzahl knorplig nicht vorgebildeter Knochen (den sogenannten sekundären) ausschliesslich herrsche. So kam man dann vielfach dahin, eine doppelte Entstehungsweise des Knochengewebes anzunehmen, einmal durch die Umbildung des vorhandenen Knorpels, dann durch die Metamorphose eines bindegewebigen Substrats, obgleich *Sharpey* die letztere Bildungsweise als ausschliessliche auch für knorplig präformirte Knochen vertheidigt hatte. Ueber die angebliche Knorpelmetamorphose lautete die früher verbreitete Ansicht etwa folgendermassen: Der Knorpel erfährt beim Ossifikationsprozesse eine Einbettung der Knochenerde; die Knorpelzellen gestalten sich nach der oben erwähnten dritten Theorie zu Knochenkörperchen, während ihre sekundären Hüllen mit der Interzellularsubstanz verschmelzen und so die Grundmasse des Knochens bilden. Die Entstehung der Markräume und Markkanäle verdankt einem Schmelzungs- und Resorptionsprozesse in dem sich umwandelnden Gewebe den Ursprung. Die Lamellenbildung des Knochens blieb ziemlich unerklärt; ebenso war die Entstehung der Kalkkanälchen eine missliche. — Es ist ein Verdienst von *Bruch* (a. a. O.), *Baur* (Entwicklung der Bindesubstanz S. 43) und namentlich von *H. Müller* (Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 9, S. 147), nach dem Vorgange *Sharpey's* diese vermeintliche Umwandlung von Knorpel- in Knochenmasse als irrig dargelegt zu haben. Auch *Gegenbaur* in schönen Arbeiten (Jenaische Zeitschrift Bd. 1, S. 343 und Bd. 3, S. 206 u. 54) kam zu dem wesentlich gleichen Resultat; ferner *W. Waldeyer* im Archiv für mikrosk. Anat. Bd. 1, S. 354 und *L. Landois*, (Centralblatt 1865, S. 273). Auch *Rollett* in *Stricker's* Handbuch S. 92 hält den gleichen Standpunkt fest; ebenso *C. Kutschin* in *Rollett's* Grazer Untersuchungen 1871, S. 59, *L. Levschin* (*Bullet. de l'Acad. de St. Pétersbourg. Tome* XVII, *p.* 9 und Centralblatt 1872, S. 229, 275 und 289), *L. Stieda*, Die Bildung des Knochengewebes. Leipzig 1872, sowie im Allgemeinen *Strelzoff* (Centralblatt 1872, S. 449). Auf das Hartnäckigste ist für die alte Irrlehre neuerdings *Lieberkühn* in die Schranken getreten. Man vergl. dessen Aufsätze: Monatsberichte der Berliner Akademie 1861, S. 265 u. 517, dann *Reichert's* und *Du Bois Reymond's* Archiv 1860, S. 824 und 1862, S. 702, sowie die Entgegnung von *H. Müller* (Würzb. naturwiss. Zeitschr. Bd. 4, S. 29). Auch *Robin* hält noch völlig die alte Lehre fest (*Mémoire sur l'évolution de la notocorde, des cavités des disques intervertébraux et de leur contenu gélatineux. Paris* 1868). Wiederholte eigene Beobachtungen können uns nicht veranlassen, von der in der ersten Auflage dieses Buches gegebenen Darstellung abzugehen. Uebergänge zwischen Knorpel- und Knochengewebe kommen hier und da vor — und die Verwandtschaft der Bindesubstanzgruppe macht sie ja ebenso begreiflich wie eine Umwandlung des Bindegewebes in Knochensubstanz —; Regel sind sie sicher nicht. Aus der älteren Literatur seien noch erwähnt: *Bidder* in *Müller's* Archiv 1843, S. 336; *Vötsch*, Die Heilung der Knochenbrüche etc. Heidelberg 1847; *Rokitansky*, Zeitschrift der Wiener Aerzte 1848, S. 1; *Rouget*, *developpement et structure du système osseux. Paris* 1856.

§ 146.

Wenn wir nun auch nach dem vorigen § festhalten müssen, dass Knochengewebe nicht aus einer unmittelbaren Umwandlung von Knorpel hervorgeht, so ist für das Verständniss der Verknöcherung in knorplig präformirten Skeletstücken die Ermittlung der in letzteren herrschenden Textur unentbehrlich. Schon früher beim Knorpelgewebe (§ 106 und 107) war von der Verkalkung und Erweichung, sowie dem Verhalten und der Lage der Knorpelzellen die Rede. Diese verschiedene Gruppirung der Knorpelzellen können Fig. 241. *g* und 242 (oben) versinnlichen.



Fig. 241. Senkrechter Schnitt am Verknöcherungsrande der Diaphyse des Metatarsus eines Rinderfötus von 2′ Länge nach *Müller*. *a* Grundmasse des Knorpels; *b* des Knochens; *c* neugebildete, der Interzellularsubstanz mehr oder weniger eingebettete Knochenzellen in seitlicher Ansicht; *d* ein sich bildender Markkanal mit Gefäss und Markzellen; *e*. *f* Knochenzellen von der breiten Fläche; *g* die reihenweise gestellten Knorpelkapseln zum Theil mit geschrumpften Zellenleibern.



Fig. 242. Verknöcherungsrand einer Phalanx-Epiphyse des Kalbes im Vertikalschnitt nach *Müller*. Nach oben die Knorpelmasse mit regellos liegenden grossen, Tochterzellen führenden Kapseln. *a* Kleinere Markräume, zum Theil wie geschlossen erscheinend, leer gezeichnet; *b* solche mit Markzellen; *c* Reste des verkalkten Knorpelgewebes; *d* grössere Markräume an den Wandungen mit aufgelagertem dünnerem oder dickerem und in letzterem Falle geschichtetem Knochengewebe; *e* in der Bildung begriffene Knochenzelle; *f* eine geöffnete Knorpelkapsel mit eingelagerter Knochenzelle; *g* eine theilweise ausgefüllte Höhle, von Knochenmasse aussen bedeckt, mit einer Markzelle im Innern; *h* scheinbar geschlossene Knorpelkapseln mit Knochenzellen im Innern.

Ferner zeigt der Knorpel vor der kommenden Ossifikation Gefässe, welche schon in früher Periode des Fötallebens entstehen. Sie wachsen vom Perichondrium aus zapfenartig in das sich erweichende Gewebe herein, und sind für die bevorstehenden Umwandlungen von Wichtigkeit. Solche Lücken sind mit unreifem Bindegewebe erfüllt. So entstehen also Kanäle. Es ist dieses das sogenannte Knorpelmark, dessen zellige Bestandtheile früher als Nachkömmlinge der Knorpelzellen

galten, obgleich diesen Uebergang Niemand gesehen hatte, und die Grenze unserer Knorpelmarkkanäle gegen die Knorpelzellen regelmässig eine ganz scharfe, plötzliche ist (Fig. 241).

Jene erwähnten weiten unregelmässigen Gefässe bedürfen, was Struktur der Wandung und der Verlauf angeht, noch genauerer Untersuchungen.

In dem eben geschilderten Zustande nun sind die Knorpel zur Verkalkung und der sich bald anreihenden Bildung von Knochengewebe geschickt. Die Verknöcherung geht bekanntlich von bestimmten Stellen, den sogenannten Verknöcherungs- oder Ossifikationspunkten (hier richtiger als Verkalkungspunkte bezeichnet) aus. Solcher Stellen oder Knochenkerne, wie man sich ebenfalls ausdrückt, können in einem Knochen mehrere vorkommen, jedoch ohne gleichzeitig sich bilden zu müssen. Bei Röhrenknochen liegt der Verknöcherungspunkt der Diaphyse vielfach im Innern der Mitte, bei paarigen platten und kurzen Knochen im Zentrum. Unpaare derartige Knochen besitzen zwei oder mehrere Knochenkerne. Von den Knochenkernen schreitet nun die Verkalkung allmählich peripherisch weiter in den Knorpel herein. Letzterer enthüllt uns also, dem Knochenkerne näher und ferner, verschiedene Texturverhältnisse.

Untersucht man nun solche an den Knochenkern angrenzende Theile des Knorpels, so boten früher diese vielfach durchmusterten Lokalitäten durch die Masse der Kalkkrümel eine schwer zu bewältigende Undurchsichtigkeit dar, welche die Erkenntniss der Osteogenese ganz besonders erschwerte. In der neueren Zeit hat man nach dem Vorgange von *H. Müller* sich der Chromsäurepräparate mit Erfolg bedient, und diese Schwierigkeit völlig zu überwinden gelernt.

Die Einlagerung der Kalksalze zeigt im Uebrigen mancherlei Differenzen. Wo die Knorpelzellen einzeln oder in kleineren Gruppen beisammen liegen (Fig. 242), werden sie von den Kalkkrümeln vollkommener umschlossen, als bei ihrer reihenweisen Gruppirung (Fig. 241), wo schmale Querbrücken der Grundmasse häufig weich bleiben.

§ 147.

Die verkalkte Knorpelmasse erfährt von den sie durchsetzenden gefässhaltigen Gängen her nun baldig einen Schmelzungsprozess, durch welchen es zur Bildung von zahlreichen Markräumen kommt. Es versteht sich, dass die vielfach weicher gebliebenen Knorpelkapseln die ersten Opfer dieser Einschmelzung sein werden. Hält man sich an die Diaphyse des Röhrenknochens, so sieht man die Wände der Knorpelkapseln einer Reihe, ebenso die geringen Mengen dazwischen befindlicher Grundmasse, sich auflösen, so dass längere schmälere Räume mit buchtigen Wandungen die Folge sind (Fig. 241. *d*). Indem aber auch andere angrenzende Theile der Knorpelgrundmasse dem fortgehenden Schmelzungsprozess anheimfallen, kommt es vielfach zu Durchbrüchen zwischen benachbarten Längsräumen (*d*. oben). Wenden wir uns dagegen an eine Epiphyse (Fig. 242) oder einen kurzen Knochen, so bemerkt man, wie von dem fertigen Knochengewebe die Einschmelzung mehr nach allen Richtungen in unregelmässiger Weise stattfindet, so dass die Markräume ein regelloses sinuöses Höhlensystem (Fig. 242) bilden, dessen Verfolgung mit Schwierigkeiten verbunden ist und dessen Ausläufer uns, wenn die Eingangsstelle am Präparate weggefallen war, nicht selten die Trugbilder geschlossener Markräume gewähren (Fig. 242. *a* [nach rechts und oben], *b*).



Fig. 243. Querschnitt aus dem oberen Theile des Femur eines 11wöchentlichen menschlichen Embryo. *a* Knorpelreste; *b* Ueberzüge des osteoiden Gewebes.

Von grösster Wichtigkeit, und für die spä-

teren Vorgänge das Substrat abgebend, ist die schon erwähnte Inhaltsmasse der so gebrochenen Räume, oder, wie wir sagen dürfen, das **Knorpelmark** oder das **fötale Knochenmark**.

Diese (Fig. 244), eine weiche, röthliche Substanz, zeigt uns mässig kleine, 0,0129—0,0257mm messende, rundliche Zellen (*a*) von sehr primitivem, an embryonale Elemente oder Lymphoidzellen mahnendem Ansehen, mit einem mehr weniger granulirten Inhalte, und einem einfachen oder doppelten Kerne. Die Zellen wurden für nähere oder entferntere Abkömmlinge der Knorpelzellen gehalten, welche nach der Resorption der Kapseln in den werdenden Hohlraum hineingeriethen, und hier sich zu neuen Generationen vermehrten. Indessen, wenn wir auch die Möglichkeit eines derartigen Ursprungs nicht gänzlich läugnen können, so stammt doch sicherlich der grössere Theil jener (vielleicht kontraktilen) Knorpelmarkelemente aus einer anderen Quelle. Es sind junge Bildungszellen mit den einwuchernden Blutgefässen von der Innenschicht des Perichondrium (und Periost) aus in jene Knorpelkanäle gelangt (*Gegenbaur*[1]), *Frey*[2]), *Rollett*[3]), *Stieda*[4]) u. Andere. Man kann an ausgewanderte Lymphoidzellen der Blutbahn denken.

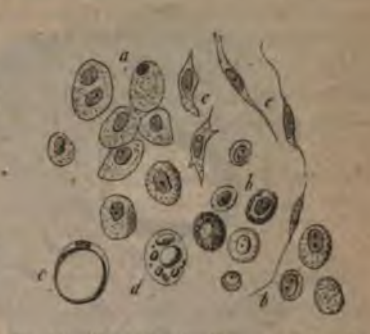


Fig. 244. Knorpelmarkzellen. *a* Aus dem Humerus eines 5monatlichen menschlichen Fötus; *b* aus dem gleichen Knochen des Neugeborenen; *c* Spindelzellen; *d* Bildung der Fettzellen des Marks; *e* eine mit Fett erfüllte Zelle.

Das fernere Geschick unserer Zellen ist nun ein verschiedenes. Ein Theil zieht sich spindelförmig aus (*cc*), und bildet schon frühzeitig vereinzelte, das (wohl mucinhaltige) Gewebe durchziehende Bindegewebefasern. Andere Zellen bewahren die alte lymphoide Form. Im rothen Knochenmark kommt letzteres zeitlebens vor. Wiederum andere — nahm man an — sollten sich vergrössernd mit Neutralfett erfüllen (*d*) und so — freilich erst in späterer Zeit — zu den Fettzellen des gelben Knochenmarks (*e*) werden. Indessen bedarf letztere Angabe einer erneuten Prüfung.

Doch ein Theil unserer Zellen übernimmt noch eine andere und zwar die wichtigste Rolle, er **wird zum Erzeuger des Knochengewebes**. *H. Müller*[5]) liess dieses noch unmittelbar geschehen, indem jene rundliche lymphoide Zelle zur Knochenzelle sich umwandeln sollte; *Gegenbaur*[6]) aber erkannte als Mittelglied eine Modifikation jener Markzellen in seinen sogenannten **Osteoblasten** (Fig. 245 und 246).

Wie man sich leicht überzeugt, bedecken letztere epitheliumartig (Fig. 245. *c*) die Wandungen jener gebrochenen Räume. In gedrängter Stellung (Fig. 246. *b*. *b*), rundlich, polygonal oder mehr zylindrisch erscheinend, mit einfachen oder mehrfachen bläschenförmigen Kernen und beträchtlichen Schwankungen der Grösse bilden jene Osteoblasten nach aussen eine dünne, die Innenfläche der ausgebuchteten Wände überkleidende Schicht einer opalisirenden homogenen Masse ab (Fig. 245. *d*), oder gehen mit einem Theile der hüllenlosen Zellenkörper verschmelzend in jene über. Beide Ansichten haben ihre Vertreter gefunden. Für letztere ist *Waldeyer* in die Schranke getreten, und ihm haben sich *Rollett*, *Stieda* angeschlossen; zu ersterer bekennen sich *Gegenbaur*, *Landois*, *Koelliker*[7]). Auch wir möchten die *Gegenbaur*'sche Auffassung für den getreueren Ausdruck des zu Beobachtenden erklären, ohne übrigens jene Differenz der Ansichten für eine irgendwie erhebliche zu halten.

Aber jene Zellenlage der Osteoblasten liefert nicht allein das Material für die Grundsubstanz des osteoiden Gewebes, sondern zugleich auch dessen Zellen. Ueber die Reihe jener Osteoblasten hinausrückend senken entweder einzelne ganze

Zellen oder Theile derselben in die neugebildete Lamelle sich ein (Fig. 245. *g. f*, Fig. 246. *c*), und lassen so bald alle Zwischenstufen bis zur strahligen, nicht selten durch Ausläufer mit andern verbundenen Knochenzelle erkennen. Doch sind sie grösser und ärmer an Ausläufern als die späteren Bildungen.

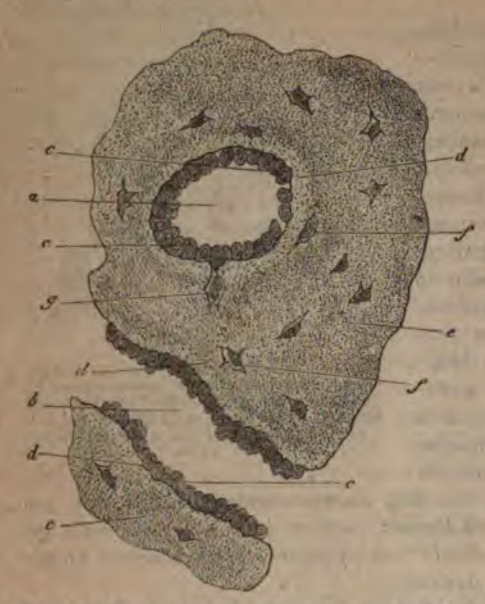


Fig. 245. Querschnitt aus dem Femur eines menschlichen Embryo von etwa 11 Wochen. *a* Ein quer- und *b* ein längsdurchschnittenes Markkanälchen; *c* Osteoblasten; *d* die hellere jüngste, *e* die ältere Knochensubstanz; *f* Knochenhöhlen mit den Zellen; *g* Zelle noch mit dem Osteoblasten zusammenhängend.

Jene Prozesse wiederholen sich fort und fort. Auf die Bildung jener ersten homogenen, Zellen einschliessenden Lamelle folgt die Erzeugung einer zweiten mit neuen Zellen und so weiter. So wird unser Stratum dicker und dicker, und gewinnt ein streifiges und bald in Folge seiner sukzessiven Abscheidung geschichtetes Ansehen. Dieses ist der Anfang des lamellösen Knochenbaues.

Ueber die Entstehung der Kalkkanälchen während jenes Prozesses herrscht noch Unsicherheit[8].

Die bezeichnende Eigenthümlichkeit der osteoiden Substanz, rasch und zwar nicht in Krümeln, sondern durch diffuse Einlagerung der Knochenerde in mehr durchsichtigem Ansehen zu verkalken, tritt alsbald hervor. Das organische Substrat der schichtenweisen Auflagerung ist wohl von Anfang an kollagene Materie.

Begreiflicherweise muss die unregelmässige Gestalt der Markräume, die fortdauernde Einschmelzung der noch übrig gebliebenen Knorpelpartieen zu sehr differenten Bildern des zuerst abgelagerten osteogenen Gewebes führen, wie Fig. 241, namentlich aber Fig. 242 uns erkennen lässt.



Fig. 246. Osteoblasten aus dem Scheitelbein eines 13wöchentlichen menschlichen Embryo (nach *Gegenbaur*). *a* Knochenbälkchen mit den Knochenhöhlenzellen; *b* Osteoblastenschichten; *c* Osteoblasten im Uebergang zu Knochenzellen.

Auch ein Querschnitt, z. B. durch das Mittelstück des Femur, zeigt uns jene unregelmässige, wesentlich aus einzelnen durch Querbrücken verbundenen Längsbalken bestehende Struktur (Fig. 243).

So liegt also jetzt noch ein Gegensatz zum regelmässigen Gefüge des fertigen Knochens vor.

Höchst auffallend, und den Schlüssel zu dem früheren Irrthume eines unmittelbaren Uebergangs der Knorpelzelle in ein Knochenkörperchen bildend, sind Stellen, wo die geöffnete Höhle einer Knorpelzelle alsbald zur Ablagerungstätte für eine oder mehrere Knochenzellen nebst Grundmasse benutzt wird, und wo bei dem so leichten Uebersehen der oft schmalen Eingangsöffnung im Innern einer geschlossenen Kapsel eine, zwei oder drei Knochenzellen zu liegen scheinen (Fig. 242. *h. f*, Fig. 241. *e*).

Mitunter haben fast alle Balken eines Knochenpräparates dieses sonderbare,

schwer zu beschreibende Ansehen, welches ein Blick auf Fig. 242 (links und unten) leicht dem Leser versinnlichen wird.

Indem die bis jetzt noch stehen gebliebenen Reste der Knorpelsubstanz einer nachträglichen Einschmelzung anheimfallen, und somit der wuchernden Knochensubstanz neue Räume gewähren, diese es zu immer stärkeren Schichtungen bringt, und das System der Kalkkanälchen sich mehr entwickelt, tritt an die Stelle des früheren Knorpels in ausgedehntester Weise die neue Knochensubstanz. Dass Reste des ursprünglichen verkalkten Knorpels sich auch mitten im fertigen reifen Knochen erhalten können, scheint sicher, obgleich wir die Ausdehnung dieser Ueberbleibsel noch nicht genauer kennen (*Müller*, *Tomes* und *de Morgan*).

Dass in dem gebildeten Knochen baldige ausgedehnte Resorptionen des Gewebes Platz greifen, wird sich später ergeben. Aber abgesehen von diesen massenhafteren Einschmelzungen verkalkter osteoider Substanz findet sich noch eine derartige verborgenere Resorption in dem Knochengewebe, wobei ältere Partieen aufgelöst und neue dafür gebildet werden. Dieses lehrt schon die Beschaffenheit der Markzellen in älteren schwammigen Knochen gegenüber den gleichen Theilen eines jungen. Wie ein derartiger Schwund auch in späterer Zeit nicht stille steht, haben wir schon früher (§ 141. Fig. 234) an der Bildung der *Havers*'schen Hohlräume und ihrer abermaligen Auskleidung durch nachträglich gebildete Lamellen von Knochenmasse kennen gelernt.



Fig. 247. Schnitt durch den Stirnzapfen des Kalbes (nach *Gegenbaur*). *a* Hyaliner Knorpel; *b* verkalkter; *c* Knochenkörperchen.

Indessen eine direkte Umwandlung des Knorpels in Knochengewebe kommt ebenfalls, wenn auch als seltene ausnahmsweise Bildung wohl vor. In dem verkalkten Knorpel bemerkt man in derartigen Fällen (Fig. 247) alsdann zackige Knorpelhöhlen (*b*), welche durch eigenthümliche Verdickungsschichten an der Innenfläche der Kapseln entstanden sind. Später wird die anfangs körnige Verkalkung zur diffusen (*c*), die zackigen Ausläufer benachbarter Kapseln verbinden sich zu Gängen — kurz wir erhalten Knochenkörperchen mit Kalkkanälchen (*c*). In jenen liegt einfach oder zu zweien und dreien die Zelle. Die Stirnzapfen der Kälber, die Trachealringe der Vögel zeigen derartige Umwandlungen (*Gegenbaur*). Auch in rhachitischen Knochen wie man schon lange weiss, finden sich einzelne Stellen mit derartigen Uebergängen. Wohl in noch höherem Grade bietet auch das verknöchernde Hirschgeweih Aehnliches dar[9]).

Anmerkung: 1) *l. c.* Bd. 3, S. 63. — 2) Nach neuen Untersuchungen. — 3) *Stricker*'s Handbuch S. 97. — 4) *Stieda* a. a. O. — 5) Zweifelsohne geben jedoch auch die Zellen, welche die Knorpelkanäle vor dem Eintritt der Verknöcherung durchziehen, eine ergiebige Quelle der Knochenkörperchen ab. Für die Erzeugung der ersten Knochenbildung im Innern von Epiphysen und kurzen Knochen ist dieser Ursprung der Knochenzellen wohl sicher (*Müller* a. a. O. S. 187). — 6) Vergl. die Beobachtungen dieses Forschers in der Jenaischen Zeitschrift Bd. 1. Die Richtigkeit der Beobachtung wurde baldigst von allen Seiten anerkannt. Auch pathologische Knochenbildung zeigt jene Osteoblasten. Sie sollen hierüber nach *Nikolsky* (*Virchow*'s Archiv Bd. 54, S. 81) nicht direkt aus jenen Lymphoidzellen, sondern aus spindelförmigen Bindegewebekörperchen entstehen (?). — 7) Gewebelehre, 5. Aufl. S. 219. — 8) Nach *Gegenbaur* sollen die Osteoblasten an ihrer gegen die

Grundmasse gerichteten Fläche dicht mit feinen Ausläufern, fast wie mit Wimperhärchen, besetzt sein. Diese Protoplasmafortsätze verbinden die in den Knochenlamellen liegenden Osteoblasten unter einander zu einem Netzwerk. Indem letzteres heranwächst, und von harter Grundmasse völlig eingeschlossen wird, soll es Knochenhöhlen und Kalkkanälchen erklären. Anderer Ansicht ist *Beale* (Arch. V). — 9) *Gegenbaur* a. a. O. (Bd. 3). Ueber rhachitische Knochen s. man *Koelliker* (Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 1, S. 360, Fig. 112), *Virchow* in seinem Archiv Bd. 5, S. 409; *H. Müller* (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. 9, S. 220); *L. Lewschin* (Centralblatt 1867, S. 592) und *Strelzoff* a. a. O. — Die Verknöcherung des Hirschgeweihes behandelt in anderer Weise (als unmittelbare Umwandlung von Knorpel- und Knochengewebe) *Lieberkühn* (Monatsber. der Berliner Akademie 1861, S. 265 und Archiv von *Reichert* und *Du Bois-Reymond* 1861, S. 749). Man s. dazu ferner *H. Müller* (Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. 4, S. 36); *L. Landois*, (Centralblatt 1865, S. 241); *Koelliker*'s Gewebelehre, 5. Aufl. S. 221.

§ 148.

Es ist uns noch die Bildung von Knochengewebe an Stellen des Körpers übrig geblieben, wo knorplige Voranlagen nicht existiren, um einschmelzend der osteoiden Substanz Platz zu machen. Hierher gehört zunächst die Entstehung der Knochenmasse vom Periost aus, sowie die Verknöcherung der sogenannten sekundären Knochen.

Erstere [1], ein ganz allgemein verbreiteter Prozess und vielfach der im Knorpel geschehenen Verknöcherung in seinen Anfängen voraus eilend [2], gibt später zum Wachsthum der Knochen in die Dicke Veranlassung. Halten wir uns hier wiederum an das Beispiel des Röhrenknochens, so lehrt bekanntlich die Erfahrung, dass derselbe mit dem Wachsen des Körpers nicht allein an Länge, sondern auch im Quermesser bedeutend zunimmt. Das Längenwachsthum, um ihm hier ein paar Worte zu schenken, ist die Fortsetzung des in dem Vorhergehenden erörterten Vorganges: also auf Kosten des Epiphysen- und Gelenkknorpels erfolgend, dessen untere Theile verkalken, dann schmelzen, um dem Eindringen osteoider Substanz Raum zu bereiten. Während dessen wächst der Gelenkknorpel nach oben durch Theilung seiner Zellen und Zunahme der Grundmasse. Das Dickenwachsthum geschieht dadurch, dass unter dem Beinhautüberzuge neue Knochenschichten entstehen, welche die Innenmasse röhrenartig umkapseln. Es versteht sich von selbst, dass somit jede neue Lage weiter als die vorhergehende ältere sein wird. Da aber der wachsende Knochen auch beträchtlich sich verlängert, so ist jede neue Knochenröhre ebenfalls länger als die Vorgängerin.

Diese wichtige Rolle der Beinhaut bei der Knochenbildung hat dann *Ollier* [3] durch eine Reihe merkwürdiger Experimente bestätigt. Abgelöste Stücke des Periost, mögen sie mit der übrigen Beinhaut noch in Verbindung stehen, oder von ihr ganz getrennt sein, ja selbst nach ganz andern Körpertheilen verpflanzte oder von einem Thier auf ein zweites Exemplar der Spezies übertragene erzeugen wieder einen vollständigen Knochen. Doch muss die tiefere Schicht der Beinhaut dabei erhalten geblieben sein, eine Vorsichtsmassregel, welche wir bald verstehen werden.

Gehen wir nun an das Histologische jenes Prozesses (Fig. 248), so müssen wir uns das bindegewebige Periost (S. 232) ins Gedächtniss zurückrufen, welches in jener früheren Zeit reicher an Blutgefässen als später ist. Dasselbe besteht nach einwärts (*Blastème sous-périostale* von *Ollier*) aus einer jungen nicht faserigen Bindegewebe-Masse mit spindel- und sternförmigen Zellen (*b*). Unter ihm erscheint die Lage der *Gegenbaur*'schen Osteoblasten (*c*), welche auch hier in der alten Weise wie im Innern des verkalkten Knorpels das Knochengewebe erzeugen. Beide Vorgänge der Osteogenese, der intrakartilaginösen, wie der periostealen sind also identisch. Das *blastème sous-périostale* entspricht dem Inhalt der Knorpelmarkkanäle. Das neugebildete Knochengewebe (248. *c*) ist gegen die noch weichen äusseren Schichten zackig auslaufend und im Innern von Hohlräumen schwammig durchbrochen. Diese, mit Markzellen und letztere deckenden Osteoblasten erfüllt, werden

zu *Havers*'schen Kanälen. Zugleich geben Osteoblasten wie bei der intrakartilaginösen Knochenbildung zur Bildung der Speziallamellen dieser *Havers*'schen Gänge Veranlassung (*a*). Bindegewebebündel, die von der Beinhaut aus in den werdenden Knochen eingedrungen sind, ossifiziren unmittelbar und bilden die aus § 142 bekannten *Sharpey*'schen Fasern.



Fig. 248. Bildung sekundärer Knochenmasse. Längsschnitt durch das Femur eines älteren Schaffötus. *a* Die Innenschicht der Beinhaut, aus Bindegewebe bestehend; *b* die jüngere oder *Ollier*'sche Schicht des Periost; *c* die Lage der Osteoblasten; *d* neugebildetes Knochengewebe; *e* Knochenhöhlen- und -zellen.

Während dessen aber bringt die sekundäre Entstehung der grossen Markhöhle neue Aenderungen in das junge Knochengewebe. Halten wir die ansehnlichen Dimensionen jener fest, so muss sie aus einem sehr ausgedehnten Einschmelzungsprozesse des letzteren hervorgehen. Bedenken wir aber, dass jene Höhle im ausgewachsenen Knochen einen viel grösseren Raum erfüllt, als der ganze Knochen in früher Lebenszeit einnimmt, so muss nothwendig das ganze primitive Knochengewebe baldiger Resorption wieder anheimgefallen sein, und der fertige Röhrenknochen nur aus periostealer osteoider Substanz bestehen. Die von der Beinhaut kommenden Schichten werden die Generallamellen bilden, wie sich von selbst versteht, und jeder Querschnitt lehren kann (Fig. 233). Dass die ältesten noch vorhandenen derselben schliesslich als Marklamellen die Wandung der grossen Markhöhle begrenzen, erklärt sich aus dem eben Vorgetragenen leicht[4]).

Ueber die Einzelheiten dieses Einschmelzungsprozesses (dessen wir auf den vorhergehenden Seiten schon mehrmals zu gedenken hatten), war man bis vor Kurzem gänzlich im Dunkeln. Nach ausführlichen Untersuchungen *Koelliker*'s[5]) entstehen von den *Gegenbaur*'schen Osteoblasten modifizirte vielkernige Zellen, welche zum Theil ansehnliche Dimensionen erreichen und den eingebuchteten, wie angenagt erscheinenden Rändern (den sogenannten »*Howship*'schen Lakunen«) des einschmelzenden Knochengewebes dicht anliegen.

Koelliker hat jene (allerdings schon seit Jahren aufgefundenen) vielkernigen Riesenzellen »Ostoklasten« genannt, und schreibt ihnen eine einschmelzende Kraft zu. Ich glaube nicht im Entferntesten an letztere Fähigkeit.

Es ist unwahrscheinlich, dass hierbei die früher von der Grundmasse eingeschlossenen Knochenzellen befreit wiederum zu Markzellen sich zurückbilden, und so die nothwendige Zunahme letzterer Elemente bewirken[6]).

In kurzen und platten Knochen dagegen erhält sich ein bald geringerer, bald grösserer Theil des ursprünglichen auf Kosten des Knorpels gebildeten Knochengewebes.

Anmerkung: 1) S. *Koelliker*'s grösseres Werk S. 365. — 2) Man vergl. hierüber die erwähnten Arbeiten von *Bruch*, *H. Müller* und *Gegenbaur*. — 3) Die Untersuchungen *L. Ollier*'s finden sich im *Journ. de la physiologie Tome* 2, *p.* 1, 170, 468 und *T.* 3, *p.* 88, sowie in der *Gazette médicale* 1859, Nr. 37 und 1860, Nr. 12. Eine Zusammenfassung dieser Arbeiten mit neuen Versuchen vermehrt bringt dessen zweibändiges Werk, *Traité expéri-*

mental et clinique de la régénération des os et de la production artificielle du tissu osseux. Paris 1867. Man vergl. auch noch die Bemerkungen von *R. Buchholz* in *Virchow*'s Archiv Bd. 26, S. 78. — 4) Die ältere Beobachtung, dass ein um den wachsenden Röhrenknochen gelegter Ring allmählich in das Innere der Knochensubstanz eingeschlossen wird, steht damit in Einklang. — 5) S. dessen beide Abhandlungen in den Verhandl. d. Würzb. phys.-med. Gesellsch. N. F. Bd. 2 und 3 (Separat-Abdruck). — Zur älteren Literatur dieser vielkernigen Riesenzellen (Myeloplaxen auch genannt) heben wir noch hervor: *C. Robin* im *Journ. de l'anat. et de la phys. Tome* 1, *p.* 88; *Virchow* in der Cellularpathologie, 4. Aufl. S. 95 und die krankhaften Geschwülste Bd. 2, S. 5, 210, 292. Myeloplaxen sind auch Bestandtheile von Geschwülsten. — 6) So liess *J. Bredichin* (Centralblatt 1867, S. 563) die Riesenzellen entstehen. Man s. noch *J. Soboroff* (Centralblatt 1871, S. 241) und *Rindfleisch*'s pathol. Gewebelehre, 3. Aufl. S. 531. — Auf interessante zackige, die Lamellen durchbrechende Kanäle erkrankter Knochen hat *R. Volkmann* (*Langenbeck*'s Archiv Bd. 4, S. 462) aufmerksam gemacht. Man s. neben Andern noch *H. Lossen* in *Virchow*'s Archiv Bd. 55, S. 45.

§ 149.

Was die Entstehung der sekundären oder, besser gesagt, der nicht knorplig vorgebildeten Knochen[1]) endlich angeht, so gehören beim Menschen hierher, wie man annimmt, die platten Schädelknochen, mit Ausnahme der knorplig vorgebildeten unteren Partie der Hinterhauptsschuppe, ferner Ober- und Unterkiefer, Nasen-, Thränen- und Gaumenbeine, Vomer, Jochbeine und endlich wohl noch das innere Blatt der flügelförmigen Fortsätze des Keilbeins, sowie die *Cornua sphenoidalia* (*Koelliker*). Sie entstehen ausserhalb des Primordialschädels von beschränkten Anfängen aus, welche sich dann nach der Fläche zunächst weiter verbreiten. Man begegnet hier zuerst einem (wirklichen) Knochenpunkt, der bei der Vergrösserung zu einem Netze knöcherner Kalkbälkchen oder Kalknadeln auswächst, die in das weiche angrenzende Gewebe sich verlieren. Auch hier gelingt es unschwer, jene Bälkchen von einer Osteoblastenschicht bedeckt und die Gleichartigkeit jener osteogenetischen Vorgänge zu erkennen (Fig. 246).

Ueber die Natur jenes ursprünglichen Gewebes herrschen Differenzen der Meinungen, wie über das gleiche periosteale Stratum, indem die eine Partei auch hier unentwickelte bindegewebeartige, nicht knorplige Massen erblickt (*Koelliker*), während Andere es als eine Art von Faserknorpel ansehen (*Reichert*). Letztere Ansicht ist entschieden unrichtig, da junges und reifes Bindegewebe mit spindel- und sternförmigen Zellen unverkennbar vorliegt.

Die diffuse Verkalkung schreitet, wie schon bemerkt, zunächst flächenhaft weiter, begleitet von einem peripherischen Ansatze osteogenen Gewebes, so dass Grösse und Form eines solchen sekundären Knochens erst allmählich erzielt werden, im Gegensatze zu den knorpeligen Vorbildungen der andern.

Später erfolgt dann, um das Dickenwachsthum herbeizuführen, die Wucherung osteoider Masse von der Beinhaut an beiden Flächen her. Auf diesem Wege entstehen die kompakten Rindenschichten, welche anfangs noch den porösen Charakter neugebildeten periostealen Knochengewebes tragen. Die Auflagerung neuer osteogener Substanz von den Markräumen erinnert an den Vorgang knorplig vorgebildeter Knochen.

So sind wir durch diese Betrachtungen zur Erkenntniss eines gewaltig wuchernden Lebens der osteoiden Substanz gelangt, einer Thätigkeit, welcher auch der fertige Knochen namentlich bei abnormen Verhältnissen wieder anheimfallen kann.

Wenn nun aber auch jene Prozesse, wie sie z. B. uns der wachsende Röhrenknochen gezeigt hat, feststehen, so glaube man nicht, dass bei ihm eben nur innen eingeschmolzen und aussen aufgelagert werde. Auch hier zeigt sich eine interstitielle expandirende Wucherung, wenngleich beschränkt, ein Wachsthum durch Intussuszeption, wie es uns fast alle Gewebe darbieten [*R. Volkmann*[2])].

Aber auch ausgebildeteres Bindegewebe vermag unter Umständen unmittelbar

in Knochensubstanz sich umzugestalten. Die platten Schädelknochen von Vogelembryonen (Fig. 249) bietet nach *Gegenbaur* [3]) dieses Verhalten in unverkennbarer Weise dar. Ein Netzwerk von Bindegewebebündeln (*c*), stellenweise noch weich und fibrillär, stellenweise körnig verkalkt (*d*), tritt uns entgegen. Später verbreitern sich jene Züge des erhärteten Gewebes, sind jetzt diffus verkalkt, und von ihnen umschlossene Zellen erinnern an Knochenkörperchen. Eine Osteoblastenlage (*b e*) ist auch hier nachweisbar, und formt die jenes bindegewebige Gerüste überziehende Knochenlage. — Dass es sich um Vorgänge handelt, welche wir im Grunde schon als Bildung *Sharpey*'scher Fasern erkannt haben, liegt auf der Hand.

Die Umwandlung von Sehnen in Knochengewebe [4]) ist bekanntlich bei erwachsenen Vögeln ein verbreiteter physiologischer Vorgang. Bei dieser Sehnenverknöcherung erhalten wir zuerst eine einfache Verkalkung des Bindegewebes, so dass uns nach Extraktion der sogenannten Knochenerde die frühere Sehnentextur wieder entgegen tritt. Später trifft man dagegen wahre Knochensubstanz mit spärlichen Knochenhöhlen, mit Lamellen und *Havers*'schen Gängen. Man hat geglaubt hierbei eine direkte Umwandlung des Sehnen- in Knochengewebe annehmen zu müssen (*Lieberkühn*). Doch dieses ist ein Irrthum. Es treten vielmehr in der verkalkten Sehne gefässhaltige Räume auf, welche den Markräumen des Knorpels entsprechen, und mit einer weichen Masse erfüllt sind. Von diesen Räumen aus erfolgt die Anbildung einer festen, alsbald verkalkenden Substanz, welche »dem ächten Knochen mehr oder weniger nahe steht« (*H. Müller*). Reste verkalkten Bindegewebes bleiben in solchen ossifizirten Sehnen erhalten.



Fig. 249. Vom Verknöcherungsrande des Stirnbeins des Hühnchens (nach *Gegenbaur*). *a* Netzwerk der Knochenbälkchen; *d* körnig verkalktes, *c* weiches Bindegewebe; *be* Osteoblasten.

Neubildung von Knochengewebe kommt pathologisch häufig vor an einzelnen Knochen nach Trennung des Zusammenhangs bei Knochenbrüchen, zum Ersatz verlorner Massen, seien sie durch einen pathologischen Prozess abgestossen oder durch die Instrumente des Chirurgen entfernt worden; ferner als wuchernde Neubildungen unverletzter Knochen, sogenannte Hypertrophieen, Exostosen, Knochengeschwülste etc. Die Produktion des Knochengewebes geschieht in allen diesen Fällen meistens von dem Periost in der geschilderten Weise. Ohnehin ist uns ja die hohe Bedeutung der Beinhaut für die Erzeugung des osteoiden Gewebes durch *Ollier*'s Experimente (S. 262) bekannt. Während aber das Markgewebe bei der normalen Knochenproduktion unbetheiligt bleibt [wie auch der ebengenannte Forscher bestätigte [5])], kann sich unter abnormen Verhältnissen die Aussenseite jenes Gewebes zu einem festeren Bindegewebe umwandeln, eine Art von Endost [6]) bilden, und osteoide Masse produziren. Selten erzeugt sich osteoides Gewebe in Weichtheilen entfernt vom Knochen. Sehr beschränkt erscheint die Bildung ächter Knochenmasse unabhängig von Knochen, so im späteren Lebensalter in und auf Kosten genannter Knorpel, wo sich die Prozesse fötaler Knochengewebebildung wiederholen; ebenso in bindegewebigen Theilen, wo wohl immer eine der perio-

stealen osteogenen Substanz gleiche Wucherung des nahe verwandten Bindegewebes den Ausgangspunkt bildet. Pathologische Knochenmassen tragen häufig, an die Anfangszeit des normalen Gewebes erinnernd, einen mehr porösen Charakter, können aber auch kompakt und mit grösster Festigkeit versehen erscheinen.

Auflösungen normalen Knochengewebes bei Krankheiten sind keine seltenen Vorkommnisse. Sie geschehen unter vorhergehender Entkalkung nach Art der physiologischen, im wachsenden Knochen vorkommenden Resorption [7]).

Anmerkung: 1) Ueber diesen Gegenstand vergl. man *Koelliker*, Berichte von der zootomischen Anstalt zu Würzburg, S. 35, ferner in der Zeitschrift für wiss. Zoologie Bd. 2, S. 281, sowie die Behandlung in der Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 1, S. 374; *Reichert* in *Müller*'s Archiv 1819, S. 442 und 1852, S. 528; *Bruch* a. a. O. und in Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 4, S. 371, sowie die mehrfach erwähnten Arbeiten von *H. Müller* und *Gegenbaur*. — Da die knorplig nicht vorgebildeten Knochen vielfach früher entstehen, als die knorplig präformirten ossifiziren, so ist die Benennung der »sekundären« Knochen für erstere nicht besonders glücklich gewählt. Man hat sie darum durch »Deck- oder Belegeknochen« ersetzen wollen. Die ganze Sache hat nach den neuesten Beobachtungen über Osteogenese übrigens sehr an histologischem Werthe verloren. — 2) *Virchow*'s Archiv Bd. 24, S. 512 und Centralblatt 1870, S. 158. Gestaltveränderungen sowohl normaler als pathologischer Knochen sprechen hierfür. Dieses interstitielle Wachsthum der Knochen sollte sogar das einzige sein, so lautet eine in der Neuzeit von *J. Wolff* (Centralblatt 1869, S. 849 und *Virchow*'s Archiv Bd. 50, S. 389) aufgestellte Behauptung. Hiergegen sind alsbald zahlreiche Proteste erfolgt, so von *Schweigger-Seidel* (Jahresbericht für 1870, S. 22), von *Lieberkühn* (Sitzungsb. der Ges. für die Beförderung der ges. Naturw. in Marburg 1872, S. 40), *Koelliker* (a. a. O. Würzb. phys.-med. Ges. Bd. 2), *Stieda* (a. a. O. S. 19). — Man s. noch *C. Ruge* in *Virchow*'s Archiv Bd. 49, S. 237, *J. M. Philipeaux* und *A. Vulpian* im *Arch. de phys. norm. et path.* 1870, *p.* 531. — 3) Jenaische Zeitschr. Bd. 3, S. 226. — 4) Zur Sehnenverknöcherung vergl. man *Lessing* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 12, S. 314; *Lieberkühn* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1860, S. 824; *H. Müller* in der Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. 4, S. 45; *L. Landois* in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 16, S. 1; *J. Renaut* (*Journ. de phys. et path. Tome* 4, *p.* 271). — 5) *Journal de la physiologie Tome* 6, *p.* 145 u. 211. — 6) Ein Endost als normale Bildung existirt nicht. — 7) Zur pathologischen Histologie des Knochengewebes vergl. man *Virchow*'s Cellularpathologie 4. Aufl., dessen Werk: die krankhaften Geschwülste Bd. 2, S. 1 und *Rindfleisch*'s Buch S. 519.

11. Das Zahngewebe.

§ 150.

Da das Zahngewebe [1]) den grössten Theil der Zähne bildet, so wird es nothwendig, dieser Gebilde zuerst zu gedenken. Der Zahn zeigt drei verschiedene Theile, die frei liegende Krone, den im Zahnfleisch vergrabenen Hals und die in der Alveole eingekeilte Wurzel. Im Innern ist er hohl, von einem in der Axe laufenden Kanal durchzogen, welcher, nach oben in der Krone geschlossen, abwärts an der Spitze der Wurzel mit freier Oeffnung ausmündet. In den Schneide- und Eckzähnen einfach wird der untere Theil der Zahnhöhle nach der Zahl der Wurzeln getheilt. Erfüllt wird die Zahnhöhle von einem ganz eigenthümlichen nerven- und gefässreichen Bindegewebe, der Pulpa. Von hier geschieht, einem *Havers*'schen Kanälchen des Knochens ähnlich, die Ernährung des Ganzen.

In histologischer Hinsicht (Fig. 250) wird der Zahn von dreierlei Geweben hergestellt, einem Ueberzug der Wurzel, dem Zement, d. h. einer Knochensubstanz, dann einer Bekleidungsmasse der Krone, dem sogenannten Schmelz (s. den folgenden Abschnitt) und endlich einer innern nicht frei zu Tage liegenden Substanz, dem Zahngewebe, welches die Zahnhöhle begrenzt, und auch noch die Benennungen von Zahnbein, Elfenbein, Dentine erhalten hat.

Letzteres besitzt eine den Knochen noch übertreffende Härte, und muss als ein modifizirtes Knochengewebe ohne Knochenzellen und mit regelmässigerem Ver-

lauf der Kalkkanälchen betrachtet werden. An Schliffen erscheint es weiss, häufig atlasartig glänzend, so lange nicht eine Flüssigkeit das Kanalwerk erfüllt und die Luft ausgetrieben hat.

Jene Gänge, die sogenannten Zahnröhrchen, treten im getrockneten lufthaltigen Schliffe als höchst zahlreiche feine dunkle Kanäle von 0,0011—0,0023^{mm} und mehr hervor. Sie ziehen ziemlich parallel neben einander her, indem sie eine auf die Oberfläche der Zahnhöhle senkrechte Richtung einhalten. Mithin (Fig. 250) laufen sie in der Mitte der Krone vertikal, an den Seitentheilen derselben schief, um allmählich nach abwärts in der Wurzel eine horizontale Stellung zu gewinnen [2]). Im Querschnitte ergeben die mittleren und unteren Theile eines Zahns eine radienförmige Anordnung unserer Röhrchen.



Fig. 250. Ein menschl. Schneidezahn mit der Zahnhöhle in der Axe, umgeben von dem Zahnbeine, welches im unteren Theile vom Zement, im oberen vom Schmelz bedeckt wird.

Tränkt sich dieses System von Gängen mit Flüssigkeit, so verschwindet es, dem analogen des Knochens gleich, grösstentheils oder vollständig in der Grundmasse.

Die Zahnröhrchen kommen auch in der Existenz einer besonderen Wand mit den Knochenkanälchen überein; doch ist sie dicker. An mazerirter Dentine treten jene als freistehende Röhrchen über den Schnittrand hervor, und können bei darauf gerichteten Erweichungsversuchen durch Säuren, sowie durch Kochen des Zahnknorpels oder Behandlung mit Alkalien als zusammenhängende Massen trefflich isolirt werden (*Koelliker*, *Hoppe*, *Neumann*, *Frey*, *Waldeyer*).

Passende Schnitte des Zahnbeins (Fig. 251) zeigen uns die transversal geöffneten Gänge ebenfalls.

Untersucht man am lufthaltigen Zahnschliff die nähere Anordnung der Kanälchen genauer, so erscheint ihre Menge in der die Zahnhöhle begrenzenden Partie der Dentine, ebenso in der Krone beträchtlicher als in der Wurzel. Im Grossen gewahrt man in dem ganzen Verlaufe einer Röhre von innen nach aussen gewöhnlich drei (oder auch nur zwei) wellenförmige Beugungen (sogenannte *Schreger*'sche Linien (Fig. 254. 2)) und innerhalb dieser noch eine Menge ganz kleiner zacken- oder schraubenartiger Krümmungen, deren etwa 200 auf eine Linie kommen (*Retzius*).



Fig. 252. Rindentheil des menschlichen Zahnbeins *d* mit Zementbekleidung *a*. Bei *b* die körnige oder *Tomes*'sche Schicht des ersteren mit Interglobularräumen; bei *c* und *e* die Zahnröhrchen.



Fig. 251. Erweichtes Zahnbein mit querdurchschnittenen Röhrchen.

Gleich den Knochenkanälchen lässt auch das Röhrensystem des Zahnes (Fig. 252. *e*)

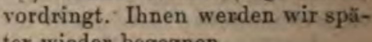
eine Menge von Theilungen und Verbindungsästen erkennen, wenngleich der regelmässigere Verlauf der Zahngänge manches anders gestaltet.

Man begegnet einmal schon in den inneren Theilen der Dentine einer Menge spitzwinkliger, rasch sich wiederholender Spaltungen mit abnehmender Dicke der Aeste. Jene werden dann nach auswärts zunächst seltener, um später in der Rindenlage eine neue Häufigkeit zu gewinnen. Es kann somit von einem Gang aus ein ganzes Kanalsystem entstehen.



Fig. 253. Rindentheil des Zahnbeins *d* aus der Krone mit Schmelzüberzug *b*; *a* Schmelzhäutchen; *c* die Spalträume mit Luft erfüllt.

Ferner gewahrt man vielfach benachbarte Röhren durch querlaufende Aestchen sich anastomotisch verbinden (*c*). Diese Vereinigung kann in der Rindenlage ein ganzes Netzwerk herbeiführen (Fig. 253). Hier verbindet ein Theil der Röhrchen sich schlingenförmig (Fig. 252. *c*), während andere in die Hohlräume einer daselbst gelegenen körnigen Schicht sich einsenken (*b*), und ein letzter Theil endlich über die Dentine hinaus in das Zement (Fig. 252. *a*) oder etwa (?) in den Schmelz (Fig. 253. *c*) vordringt. Ihnen werden wir später wieder begegnen.



Nach einwärts mündet unser Röhrensystem frei in die Zahnhöhle ein.

Die Grundmasse des Zahnbeins endlich erscheint als homogene Substanz, welche nach einer Mazeration künstlich in Balken gespalten werden kann, die durch den Verlauf des Röhrensystems vorgezeichnet sind.

Zu diesen elementaren wesentlichen Texturverhältnissen gesellt sich noch Einiges von mehr untergeordneter Bedeutung hinzu. So bezeichnete *Czermak* mit dem Namen der Interglobularräume (Fig. 252. *b*) ein System unregelmässiger Höhlungen von höchst verschiedenem Ausmaasse, welches normal im Zahngewebe vorkommt, und durch mehr oder weniger kuglig vorspringende Massen der Grundsubstanz gebildet wird. Letzterer gab man den Namen der Zahnbeinkugeln. Jene Lücken finden sich sehr zahlreich und klein, namentlich unter dem Zementüberzug der Wurzel, stellen hier die sogenannte körnige oder *Tomes*'sche Schicht her, und können leicht zu Verwechslungen mit Knochenzellen Veranlassung geben, um so mehr als Zahnkanälchen sich in

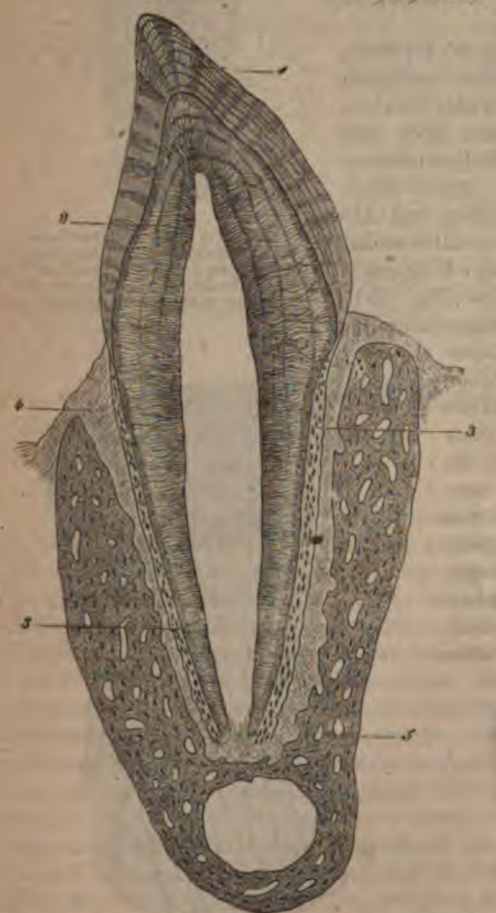


Fig. 254. Prämolarzahn der Katze (nach *Waldeyer*). 1 Schmelz mit Kreuzungs- und Parallelstreifen; 2. Dentine mit den sogenannten *Schreger*'schen Linien; 3. Zement; 4. Periost der Alveole; 5. Knochengewebe des Unterkiefers.

sie einsenken. Während des Lebens enthalten jedoch die betreffenden Spalträume keine Luft, sondern eine weiche organische Substanz. Grössere Zahnbeinkugeln können nach innen an der die Zahnhöhle begrenzenden Wand erscheinen, und hier, wie man sich treffend ausgedrückt hat, ein »tropfsteinartiges« Ansehen darbieten. An der Krone erkennt man öfters über einander gelegene, der Oberfläche mehr oder weniger parallel laufende Zeichnungen des Elfenbeins, welche auf eine Art Schichtung deuten dürften, die durch die Histogenese ihre Erklärung fände. Es sind die sogenannten *Owen*'schen Kontourlinien des Zahnbeins.

Schon oben bemerkten wir, dass die Dentine als ein modifizirtes Knochengewebe betrachtet werden könne. Und in der That lehrt die vergleichende Histologie, dass das osteoide Gewebe vieler Knochenfische Uebergänge gegen das Zahnbein darbietet, und bei einem nicht unbeträchtlichen Theile derselben Zahnbein geradezu an die Stelle des Knochengewebes getreten ist [*Koelliker* [3])].

Anmerkung: 1) Neben den Werken von *Henle*, *Gerlach* s. man *Koelliker* (Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 54, sowie Gewebelehre 5. Aufl., S. 362) und *Todd-Bowman* (*Vol.* 2, *p.* 165); ferner *R. Owen, Odontography etc. Vol. I.* London 1840—45; *Retzius* in *Müller*'s Archiv 1837, S. 486; *Czermak* in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 2, S. 295; *Hannover* in den Abhandlungen der Leopoldinischen Akademie. 1856, S. 805; *J. Tomes, A course of lectures on dental physiology and surgery.* London 1848 und *Philos. Transact. for the year* 1856, *p.* 515; *Beale*, Die Struktur der einfachen Gewebe, S. 139; *Neumann*, Beiträge zur Kenntniss des normalen Zahnbein- und Knochengewebes, S. 1; *H. Hertz* in *Virchow*'s Arch. Bd. 37, S. 372; *W. Waldeyer* in den Königsberger mediz. Jahrbüchern Bd. 4, S. 236 und in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 24, S. 169; vor Allem aber s. die Monographie dieses Forschers in *Stricker*'s Histologie S. 333; man s. ferner *J. Kollmann*, Entwicklung der Milch- und Ersatzzähne beim Menschen. Leipzig 1869. — 2) Für die mehrspitzigen Kronen der Backzähne ergibt sich die Direktion der Zahnröhrchen, wenn man sich jeden Höcker als Krone eines einfachen Zahns vorstellt. Zwischen den mehrfachen Wurzeln, an der sogenannten Alveolarfläche, wie *Purkinje* diesen Theil treffend nannte, stellt sich der senkrechte Verlauf des mittleren Kronentheils wieder ein. — 3) Nachdem *Queckett* zuerst bei einigen Fischen darauf die Aufmerksamkeit gelenkt (*Catalogue of Surgeons of England. Vol.* 2), hat der oben genannte Forscher die Verbreitung des interessanten Verhältnisses nachgewiesen (Würzb. Verhandl. Bd. 9, S. 257, Bd. 10, S. 193 u. XXXVIII).

§ 151.

Der Zahnkeim, die *Pulpa dentis*, stellt den unverkalkten Rest der im embryonalen Zustande vorhandenen Zahnpapille (s. u.) dar. Sie bildet eine Art unentwickelten, möglicherweise dem Schleim- oder Gallertgewebe zuzurechnenden saftigen Bindegewebes mit zahlreichen gekernten zelligen Elementen von länglicher oder runder Form. Die Zwischensubstanz, welche von Essigsäure nicht aufgehellt wird, zeigt sich undeutlich faserig, ohne elastische Zumischungen. Im Uebrigen ist der Zahnkeim ungemein reich an Nerven und noch mehr an Blutgefässen, so dass uns Querschnitte der Pulpa fast den Eindruck eines kavernösen Gewebes gewähren. Das eintretende arterielle Stämmchen spaltet sich in mehrere Zweige, welche durch das Pulpagewebe nach vorwärts laufen, um erst in der Zahnkrone zahlreichere Kapillarschlingen zu bilden, durch welche der Uebergang in gleichgestellte, rücklaufende Venenzweige erfolgt. Von jenen Gefässen geschieht die Ernährung des Zahns. Ueber die Nerven wird ein späterer Abschnitt handeln. Von ihnen hängt die Empfindlichkeit der Zähne ab, welche bis zur grössten Schmerzhaftigkeit bekanntlich sich zu steigern vermag.

Bedeckt wird die Aussenfläche der Pulpa nach Art eines Epithel von einer geschichteten, $0{,}0452-0{,}0902^{mm}$ dicken Lage schmaler zylindrischer Zellen. Diese ($0{,}020-0{,}030^{mm}$ lang) besitzen einen länglichen Kern. Sie hängen durch Ausläufer einmal mit einander, dann mit tiefer gelegenen zelligen Elementen zusammen, und entsenden ferner feine weiche Fortsätze (einfach oder in Mehrzahl) nach aussen. Man kennt diese »Dentinzellen« oder — wie ein neuer bezeichnen-

der Ausdruck sagt — diese »Odontoblasten« (*Waldeyer*) (Fig. 255. *b*) schon seit längerer Zeit[1]), ist aber erst allmählich auf ihr Verhalten zum Zahnbeingewebe aufmerksam geworden.



Fig. 255. Zwei Dentinzellen *b*, welche mit ihren Ausläufern ein Stückchen der Zahnkanälchen bei *a* durchsetzen und bei *c* aus dem Zahnbeinfragment hervorragen; nach *Beale*.

In einer früheren Periode glaubte man, in dem System der Zahnröhrchen ein von geformtem Inhalte freies und nur mit wässeriger Ernährungsflüssigkeit erfülltes Kanalwerk sehen zu müssen [*Lessing*[2])]. Gerade die Dentine schien eines der schönsten Beispiele jenes plasmatischen Gefässsystemes der Bindesubstanzgruppe zu liefern.

Durch die Entdeckung von *Tomes*, sowie durch die bestätigenden Resultate von *Beale*, *Kölliker*[3]), *Neumann*, *Frey*, *Waldeyer*, *Hertz*, *Boll*[4]) hat sich das Irrige jener älteren Anschauung ergeben.

Man überzeugt sich nämlich leicht, dass die Dentinzellen (Odontoblasten) jene erwähnten, nach Aussen gerichteten Ausläufer in die sogenannten Zahnkanälchen einsenken (Fig. 255. *a*), um wahrscheinlich unter Verzweigungen die letzteren in dem grösseren Theile ihrer Länge zu durchlaufen; wenigstens erkennt man sie noch in der Zahnkrone des Erwachsenen. Wie es scheint füllen diese *Tomes*'schen Fasern oder Zahnfasern die Lichtung jenes Gangwerks dabei vollständig aus.

Man hat angenommen, dass die durch Mazeration isolirten angeblichen Zahnkanälchen auf solche Ausläufer der Dentinzellen zu beziehen seien; allein mit Unrecht, da auch nach Eingriffen, welche alle Weichgebilde des Zahnes zerstört haben müssen, nach der energischsten Fäulniss, noch mit einer besonderen Wand versehene Kanälchen freigelegt werden können (*Neumann*).

Ebenso wenig als beim Knochen kann man jene Wand als die verkalkte Membran der Dentinzellen und ihrer Ausläufer ansehen[5]). Die Wandung ist auch hier wieder eine modifizirte Grenzschicht der Grundmasse, so dass man von Zahnscheiden (*Neumann*, *Waldeyer*, *Boll*) reden darf.

Sehr interessant ist endlich die Meinung von *Tomes*, welcher von jenen weichen Fasern unserer Zellen die Empfindlichkeit des Zahnbeins ableiten will. Wir werden in einem späteren Abschnitte dieses Buches, bei der Endigung der Pulpanerven, auf diesen Gegenstand näher einzutreten haben.

Anhangsweise mag hier das Zement oder der Zahnkitt noch eine Erwähnung finden. Derselbe beginnt als Ueberzugsmasse der Wurzel in dünner Lage an der Schmelzgrenze (Fig. 250 und 254. 3), um nach abwärts an Mächtigkeit zu wachsen, bis er endlich an der Spitze der Zahnwurzel die grösste Dicke erreicht. Es ist aber der Zahnkitt einfache Knochensubstanz (Fig. 252. *a*) und — wie dieses Gewebe überhaupt — dem Zahnbein und noch mehr dem Schmelze an Härte weit nachstehend. Gegen das Elfenbein grenzt er sich nicht immer scharf ab. Man trifft eine bald mehr homogene, bald mehr streifige oder bei bedeutender Dicke auch wohl schwach lamellöse Grundsubstanz, welche beim Menschen es nur sehr selten zur Bildung *Havers*'scher Kanäle bringt[6]). Die Knochenkörperchen des Zement fehlen am Zahnhals noch gänzlich, und werden erst nach abwärts gegen die Spitze der Wurzel immer zahlreicher. Ihre Grösse und Form, die Zahl der Ausläufer (welche oft sehr beträchtlich ist) fällt wechselnder als beim gewöhnlichen Knochengewebe aus. Ein Theil der letzteren verbindet sich mit den in das Gewebe vorgedrungenen Zahnröhrchen; andere bilden Anastomosen zwischen benachbarten Zellen (Fig. 252, in der Mitte von *a*).

Von diesen Knochenkörperchen hat man Spälten wohl zu unterscheiden, welche als kleine, unregelmässig verzweigte Lücken im Zement älterer Zähne häufig getroffen werden.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Lent* in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 6, S. 121. — 2) S. dessen Arbeit in den Verhandlungen des Hamburger naturhist. Vereins 1845, S. 51; man vergl. ferner *Krukenberg* in *Müller's* Archiv 1849, S. 403. — 3) Vergl. dessen Gewebelehre 4. Aufl., S. 398. Schon *Lent* in seiner (unter *Koelliker's* Anleitung gelieferten) Arbeit war übrigens der *Tomes*'schen Entdeckung ganz nahe. — 4) Vergl. dessen Aufsatz im Arch. f. mikr. Anat. Bd. 4, S. 78. — 5) Wie dieses von *Lent* und später auch von *Hertz* (a. a. O.) angenommen worden ist. — 6) Sogenannte *Sharpey*'sche Fasern (§ 142) traf *Waldeyer* (a. a. O. S. 341) im Zement des Hundes.

§ 152.

Das Zahnbein (dessen spezifisches Gewicht nach *C. Krause* 2,080 beträgt) enthält trotz seiner grossen Festigkeit noch mehrere Prozente Wasser, (nach manchen Bestimmungen 10%), und besteht dem Knochengewebe ähnlich, aus einer organischen leimführenden Grundlage, erhärtet durch einen ansehnlichen Ueberschuss von Kalk- und auch Magnesiasalzen [1].

Das organische formbestimmende Substrat ist kollagene Substanz, ohne Chondrinzumischung. Interessant erscheint die Beobachtung, dass die Wandungen der Zahnröhrchen, welche man durch Behandlung mit stärkeren Säuren und Alkalien isoliren kann, beim Kochen im *Papin*'schen Topfe in einer Zeit ungelöst bleiben, wo die Grundmasse in Glutin umgewandelt ist (*Hoppe*), so dass jene Kanäle nicht aus leimgebenden Stoffen gebildet sind, und sich also hier das Verhältniss der Knochenhöhle mit ihren Ausläufern wiederholt. Auch die Zahnbeinkugeln verwandeln sich nicht in Glutin. Ihre Substanz widersteht den Säuren sogar energischer.

Die Knochenerde des Zahnbeins ist ein ähnliches Gemenge einer beträchtlichen Menge phosphorsaurer Kalkerde mit einer geringeren Quantität kohlensauren Kalkes, zu welchen in untergeordneter Weise auch hier Fluorcalcium und Magnesiaphosphat sich hinzugesellen. Der kohlensaure Kalk des Elfenbeins scheint noch beträchtlicher als im Knochen zu schwanken. Das Fluorcalcium hat schon *Berzelius* nachgewiesen, und *Bibra* die interessante Beobachtung gemacht, dass das Zahnbein mancher Säugethiere verhältnissmässig sehr reich an phosphorsaurer Talkerde erscheint [2].

Ausserdem trifft man noch eine Anzahl anderer Salze und Mineralbestandtheile im Zahnbeine und eine geringe Fettmenge.

Quantitativ erreicht die Knochenerde im menschlichen Zahnbein 71—78%, während die kollagene Grundlage (der sogenannte Zahnknorpel) etwa 20—29% beträgt.

Als Beispiele führen wir noch zwei *Bibra*'sche Bestimmungen [3] an. Sie betreffen die trockne Dentine menschlicher Backzähne. Die erstere rührt von einem erwachsenen Manne, die letztere von einem 25jährigen Weibe her.

	1.	2.
Organische kollagene Grundlage	27,61	20,42
Fett	0,40	0,58
Phosphors. Kalkerde und Fluorcalcium	66,72	67,54
Kohlens. Kalkerde	3,36	7,97
Phosphors. Magnesia	1,08	2,49
Andere Salze	0,83	1,00

Was das weniger harte Zement angeht, so ist dessen Trennung von dem Zahnbein misslich. Die vorhandenen Untersuchungen ergeben etwas mehr organische, leimliefernde Grundlage, sonst aber dem Zahnbeine analoge Verhältnisse. Für den Menschen erhielt *Bibra* erstere mit 29,42 (incl. etwas Fett) und die Mineralbestandtheile zu 70,58.

Anmerkung: 1) Man vergl. die beim Chemismus des Knochengewebes erwähnten Werke von *Bibra*, *Lehmann* (Bd. 3, S. 32). *Schlossberger*, *Gorup* S. 583 und *Kühne* S. 399; ebenso die Abhandlung *Hoppe*'s. — 2) Bei Pachydermen kann die Menge der phosphorsauren Talkerde auf 6, ja 12% steigen. — 3) a. a. O. S. 275.

§ 153.

Die **Entstehung der Zähne**[1]), einer Schleimhautproduktion, bildet schon in den gröberen Verhältnissen ein schwieriges Objekt der Entwicklungsgeschichte. Vom vierten Monate des menschlichen Fruchtlebens an bemerkt man in den Kieferrändern die Anlagen der künftigen Milchzähne in Form geschlossener Säckchen liegen, aus deren Grund sich eine Papille erhebt, bestimmt das Zahnbein und zwar zunächst dasjenige der Krone zu erzeugen, während der übrig gebliebene Rest sich als Zahnpulpa erhält. Man nennt jenen warzenförmigen Ursprung, welcher an die Gestalt der späteren Zahnkrone erinnert, den **Zahn-** oder **Dentinkeim.**



Fig. 256. Zahnsäckchen des älteren menschlichen Embryo, theilweise schematisch gehalten. *a* Bindegewebige Wand desselben mit der Aussenlage a^1 und der Innenschicht a^2; *b* Schmelzorgan mit seinen unteren und äusseren Zellen *c*; *d* Schmelzmembran und Schmelzprismen; *e* Elfenbeinzellen; *f* Zahnkeim mit den Kapillargefässen *g*; *i* Uebergang des Bindegewebes der Wand in das Gewebe des Zahnkeims.

Unsere Zeichnung (Fig. 256) lässt uns von einem älteren Embryo dieses Zahnsäckchen mit seiner zwar wenig scharf abgegrenzten bindegewebigen Wand (*a*) erkennen, ebenso den Zahnkeim (*f*) mit den reichlichen Haargefässen (*g*). Bedeckt wird derselbe wie von einer Kappe durch ein eigenthümliches an den Rändern tief herabragendes Ding (*b*). Man nennt dieses Gebilde das **Schmelzorgan**, weil von ihm die Bildung des Zahnschmelzes, wie sich später ergeben wird, geschieht. Seine konkave, den Zahnkeim deckende Unterfläche trägt einen Ueberzug schmaler zylindrischer Zellen (*d*), während die konvexe Aussenseite von ähnlichen, aber kleinen Zellen (*c*) bekleidet wird.

Steht soviel nun auch fest, so erhebt sich alsbald die schwierige, im Laufe der Zeiten sehr verschiedenartig beantwortete Frage nach der Entstehung der betreffenden Gebilde.

Nach neueren Untersuchungen, nach den Forschungen *Thiersch*'s und *Koelliker*'s, welche später *Waldeyer* bestätigen konnte (und womit eigene Nachprüfungen übereinstimmen) dürfte Folgendes festzuhalten sein:

Die Theile, welche das Zahnsäckchen erfüllen, sind verschiedener Herkunft. Der Zahnkeim entspricht einer Schleimhautpapille, welche von der werdenden Wandung des Zahnsäckchens wie von einer Schleimhautscheide umhüllt wird; beider Entstehung findet von dem fötalen Kieferschleimhautgewebe statt.

Das Schmelzorgan dagegen ist eine herabgewucherte Produktion des Mukosenepithel, welche den Dentinkeim in ähnlicher Weise bedeckt wie gewöhnliches Oberhautgewebe eine Schleimhautpapille. Aber die herabgewucherte Masse ist in der Entwicklungsphase, welche unsere Fig. 256 wiedergiebt, von ihrer Bildungsstätte bereits vollkommen abgeschnürt worden.

Um diese Dinge zu verstehen, müssen wir auf eine weit frühere Periode des Embryonallebens zurückgreifen.

Anfänglich, wo noch von Dentinkeimen und Zahnsäckchen nichts vorhanden, sind die Kieferränder, welche eine seichte, sogenannte »**Zahnfurche**«[2]) darbieten, gerade hier, d. h. über den Stellen jener künftigen Gebilde, mit einer dicken Epithelialleiste bedeckt. Es ist dieses der **Zahnwall**[3]), wie ihn *Koelliker* genannt hat (s. Fig. 257. 1. *a*. 2. *a*).

Bald senkt sich nun jene Epithelialwucherung von der Zahnfurche herab in Gestalt eines vertikalen, blattartigen Fortsatzes in das Schleimhautgewebe tiefer ein, welcher nach unten und einwärts sich bogig herabkrümmt, so dass er auf einem vertikalen Querschnitte sichelförmig erscheint. Man hat ihm den Namen des Schmelzkeimes (1. *d*) gegeben. Schmale senkrecht gestellte Zellen bilden die Wandung desselben, kleine rundliche Zellen nehmen sein Inneres ein.

Später erkennt man, wie einzelne Partieen dieses Schmelzkeimes an den Stellen, wo es bald zur Entwicklung der Zahnpapillen kommen soll, mit ihrer unteren Endhälfte in die Breite wachsen, und so die Bildung der einzelnen Schmelzorgane[4]) vorbereiten (2. *d*). Es sind namentlich jene kleineren rundlichen Zellen des Innern, welche die betreffende Verbreiterung herbeiführen, indem sie allmählich zu dem uns schon (Fig. 181) bekannten sonderbaren gefässlosen Gallertgewebe mit sternförmigen Elementen sich umformen (2. *e*).

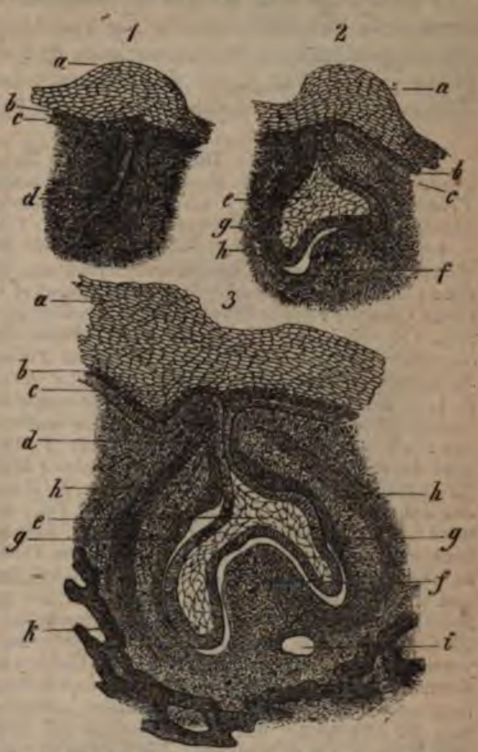


Fig. 257. Zur Zahnentwicklung nach *Thiersch*'schen Präparaten von Schweinsembryonen (vertikale Querschnitte des Oberkiefers). 1. 2 von einem kleineren Embryo, linke und rechte Kieferhälfte. *a* Zahnwall; *b* jüngere Schicht des Epithel; *c* unterste; *d* Schmelzkeim; *e* Schmelzorgan; *f* Zahnkeim; *g* innere und *h* äussere Schicht des werdenden Zahnsäckchens. 3 Von einem älteren Embryo. *d* Stiel des Schmelzorgans; *i* durchschnittenes Blutgefäss; *k* Knochensubstanz (die übrigen Buchstaben wie bei 1 u. 2).

Hinterher folgt nun die Bildung des Dentinkeimes oder der Zahnpapille (2. *f*). Diese wächst empor, drängt gegen die Unterfläche ihres Schmelzorganes an, und gestaltet letzteres bald zu einer sie deckenden dicken Kappe um.

Nunmehr legt sich aus dem angrenzenden Schleimhautgewebe allmählich und wenig scharf abgegrenzt die Wandung des Zahnsäckchens an, und bald bemerkt man eine äussere fester gewebte Lage desselben (2. *h*) und eine dicke innere Schicht von weicherem loserem Gefüge (2. *g*).

Unsere Fig. 257. 3 vermag uns die betreffende Bildungsphase zu versinnlichen. Bei *f* erhebt sich der Dentinkeim; unter ihm erscheint der Querschnitt eines stärkeren Gefässes (*i*) und die werdende Knochenmasse der Oberkinnlade (*k*). Kontinuirlich geht jener Keim in das Wandungssystem des noch unvollendeten Zahnsäckchens über, dessen Aussenlage bei *h* und dessen Innenschicht bei *g* erscheint.

Zugleich aber erkennen wir, wie der Stiel (*d*) des Schmelzorganes (*e*) durch die heraufwuchernde Wandung des Zahnsäckchens eine starke Verengerung erfahren hat, ein Vorgang, welcher die Abtrennung des Schmelzorganes vom Mundhöhlenepithel herbeizuführen bestimmt ist.

Von jenem Stiele aber geschieht in merkwürdiger Weise noch vorher des Bildung eines Organes der Zukunft, des sekundären Schmelzkeimes nämlich, welcher bei der Anlage der bleibenden Zähne die gleiche Rolle übernimmt, wie eine Vorgänger bei der Herstellung der Milchzähne (*Koelliker*). Man bemerkt eine von letzterem ausgehende und in das Schleimhautgewebe ähnlich sich einsenkend

Epithelialleiste, wie sie in früherer Periode zur Formung des Schmelzorganes geführt hatte. Sie liegt neben dem letzteren in medialer Stelle. Sonach würden die bleibenden Zähne zwar von neuen Dentinkeimen, aber von dem alten Schmelzorgane her ihre Bildung erfahren [5]).

Kommt es nun endlich im weiteren Fortgange dieser auffallenden und interessanten Entwicklungsreihe zur Verödung jener stielförmigen Verbindungspartie des kappenförmigen Schmelzorganes und des Kieferepithel, so erhalten wir die Phase unserer Fig. 256; das Zahnsäckchen hat mit den einander zustrebenden Wandungen über dem Schmelzorgan zur Decke sich vereinigt.

Anmerkung: 1) Die Literatur der Zahnbildung ist eine sehr reiche. Man vergl. neben älteren Schriften *Raschkow*, *Meletemata circa dentium mammalium evolutionem. Vratislaviae* 1835. *Diss.*; *Goodsir* im *Edinburgh med. and surg. Journ.* 1831, No. 31, 1; *Huxley* in *Quart. Journ. of microsc. science. Vol.* 3, *p.* 149, *Vol.* 10, *p.* 127 und *Vol.* 19, *p.* 166; *Marcusen*, *Bullet. de l'acad. imp. de St. Pétersbourg* 1849; *Hannover*, Die Entwickelung und der Bau des Säugethierzahnes. Breslau und Bonn 1856 (*Nova Acta Leopoldina*); *Magitot*, *Études sur le développement et la structure des dents humaines. Paris* 1866, sowie *Comptes rendus* 1860, *p.* 424; *Guillot* in den *Annal. des scienc. nat.* 2. *Série, Tome* 9, *p.* 277; *Jolly* ebendaselbst, 3. *Série, Tome* 11, *p.* 151; *Robin et Magitot* im *Journal de la physiologie, Tome* 3, *p.* 1, 300, 663 und *Tome* 4, *p.* 60, sowie in der *Gaz. méd. de Paris*, Jahrgänge 1860 u. 61 an mehreren Stellen; *Koelliker* in der Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 1, in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 12, S. 455, sowie in der 4. Aufl. seiner Gewebelehre S. 406; *G. Waldeyer*, *De dentium evolutione. Vratislaviae* 1864 (*Comment. pro venia leg.*) sowie dessen beide frühere (§ 145, Anm. 1) zitirte Abhandlungen, vor Allem aber die schon erwähnte Arbeit in *Stricker*'s Histologie, ebenso *Hertz l. c.* und *Kollmann*'s Monographie. Eine neue Arbeit lieferte *F. Wenzel*, Untersuchungen über die Entwicklung der Zahnsubstanzen. Leipzig 1871 mit 6 Taf., sowie dessen Dissertation, Untersuchungen über das Schmelzorgan und den Schmelz. Leipzig 1867. — 2) M. s. *E. Dursy*, Zur Entwicklungsgeschichte des Kopfes. Tübingen 1869. S. 211. — 3) Man hat längere Zeit hindurch die *Goodsir*'sche Schilderung für richtig gehalten. Nach diesem Forscher sollte zuerst und zwar beim menschlichen Embryo in der sechsten Woche, eine Furche (aber nicht die Zahnfurche unseres Textes) in den Kieferrändern sich einstellen, in welcher allmählich die 20 Zahnkeime der ersten Dentition entstünden. Durch Querscheidewände legte sich um jeden Dentinkeim scheidenartig eine Höhle an, die dann nachträglich nach oben einen Verschluss erführe. Dieser *Goodsir*'schen Lehre sind später heftige Angriffe durch die Arbeiten französischer Histologen *Guillot*, *Magitot* und *Robin* geworden. Nach ihnen legen sich die Zahnkeime mit dem Säckchen und übrigen Theilen ganz unabhängig von Epithel und Mukosa im submukösen Bindegewebe zunächst an. — Den Ansichten *Koelliker*'s schliesst sich *Waldeyer* an; doch ist nach ihm die Bildung des Zahnwalls beim menschlichen Embryo für Schneide- und Eckzähne etwas komplizirter. Nachdem ersterer Forscher die Zähne der Wiederkäuer untersucht, *Waldeyer* auch bei Fleischfressern, dem Schwein und Menschen das gleiche Resultat gewann und endlich eigene Beobachtungen beim Schwein, Kaninchen (sowie dem Menschen) jene Angaben bestätigen, wird man bei allen Säugethieren die Zahngenese gleich annehmen dürfen. — 4) *Huxley* war der Erste, welcher das ganze Schmelzorgan für epithelialer Herkunft erklärte. Man vergl. übrigens noch über die Anlage der bleibenden Zähne die genauen Angaben *Kollmann*'s S. 18. Auffallend ist die ausserordentliche lange Persistenz einzelner dieser sekundären Schmelzkeime. — 5) Schon im fünften Monate des Fruchtlebens stehen über den Keimen der Milchzähne in schiefer Stellung neue Säckchen, welche die Anlagen der bleibenden Zähne enthalten. Später rücken dieselben mehr in senkrechter Stellung nach hinten und unten. Ihre Ossifikation erstreckt sich durch die ersten Lebensjahre. Da die histogenetischen Geschicke beiderlei Zahnanlagen die gleichen sind, mag es genügen, wenn wir uns im Text nur auf die Milchzähne beschränken.

§ 154.

Die bindegewebige Hülle des Zahnsäckchens (Fig. 258. *a*) besteht, wie wir schon im vorhergehenden § erfuhren, frühzeitig aus zwei Lagen, einer äusseren (a^1) und inneren (a^2). Erstere zeigt eine festere, mehr faserige Textur; letztere, reich an zelligen Elementen, trägt einen mehr weichen gallertigen Charakter. Die Innenfläche des Zahnsäckchens gewinnt eine mehr homogene Beschaffenheit, so dass man eine hyaline Grenzschicht unterschieden hat.

Ein interessantes Vorkommniss bilden ferner zottenartige Vorsprünge dieser Innenschicht, welche gegen die Oberfläche des Schmelzorganes gerichtet sind und sich als den gewöhnlichen Gefässpapillen einer Mukose äquivalent ergeben [1]). Ein entwickeltes Papillarnetz, das aus den Gefässen des Kiefers und Zahnfleisches sein Blut empfängt, durchzieht bald das ganze Wandungssystem des Zahnsäckchens, und wird mit Schlingen in den eben erwähnten Zotten bemerkt.

Das Schmelzorgan (*b*) bietet uns an seiner konkaven Unterfläche einen schon länger gekannten epithelialen Ueberzug schmaler zylindrischer, gekernter Zellen von einer 0,0226—0,0338 ^{mm} betragenden Länge bei 0,0451 ^{mm} Breite. Man hat in früherer Zeit die Gesammtheit dieser Lage Schmelzhaut [2]) genannt.

Das Epithelium, welches die konvexe Aussenfläche des Schmelzorganes bekleidet (*b*), ist dagegen erst später zur allgemeinen Anerkennung gelangt [3]). Es besteht aus niedrigeren, beim Menschen etwa 0,0113 ^{mm} messenden Zellen.

Im Uebrigen bietet der letztgenannte Ueberzug keineswegs überall die gleiche Mächtigkeit dar: er bildet vielmehr zahlreiche kleine sprossenartige Wucherungen gegen das Zahnsäckchen, namentlich dessen vom Zahnfleisch bedeckten Theil hin, welche zwischen die uns bekannten Gefässzotten jenes Gebildes eingreifen [4]).

Das in dem Zellenmantel des Schmelzorganes enthaltene gefässlose Gallertgewebe [5]) hat schon S. 197 seine Erörterung gefunden, so dass auf das dort Bemerkte zu verweisen ist.

Fig. 258. Zahnsäckchen eines älteren menschlichen Embryo, theilweise schematisch gehalten. *a* Bindegewebige Wandung des Zahnsäckchens mit der Aussenlage a^1 und der Innenschicht a^2; *b* Schmelzorgan mit seinen unteren und äusseren Zellen *c*; *d* Schmelzmembran und Schmelzprismen; *f* Zahnkeim mit den Haargefässen *g*; *i* Uebergang des Bindegewebes der Wand in das Gewebe des Dentinkeimes.

Der Zahnkeim (*f*) ergiebt sich als ein unentwickeltes Bindegewebe, eine feinkörnige matte Masse, welche eine Menge rundlicher Kerne und Zellen von gleicher oder spindel- und sternartiger Gestalt darbietet. Er zeigt uns einen grossen Reichthum von Blutgefässen, welche in einiger Entfernung von seiner Oberfläche reichliche Endschlingen erkennen lassen (*g* und Fig. 258). Später bilden sich die gleichfalls zahlreichen Nerven hervor. Ihre Entstehung bedarf weiterer Untersuchungen; ebenso die Frage nach einem Vorkommen von Lymphgefässen.

Bedeckt wird der Zahnkeim von geschichteten, bald mehr zylindrischen, bald unregelmässig gestalteten zarten Zellen (Fig. 257. *e*. 258). Es sind dieses die Dentinzellen oder Odontoblasten, deren Beschaffenheit und Lage im fertigen Zahn schon § 151 behandelt hat. Sie entsprechen den *Gegenbaur*'schen Osteoblasten des Knochengewebes (S. 259). Man hat die Gesammtheit jener Zellen als Elfenbeinhaut beschrieben.

Anmerkung: 1) Jene zottenartigen Einsprünge wurden zuerst durch englische Forscher (*Goodsir*, *Huxley*, durch *Todd* und *Bowman l. l. c. c.*) gesehen, und dann später von *Robin* und *Magitot*, von *Waldeyer* und *Kollmann* näher geschildert. Sie scheinen manche Eigenthümlichkeiten dem werdenden Zahnschmelze einzudrücken. — 2) Der Name »Schmelzhaut« rührt von *Raschkow* her, ebenso die Benennung des Schmelzorganes (vergl. dessen genannte, unter *Purkinje*'s Anleitung entstandene Dissertation). — 3) Das Epithel an der Aussenfläche des Schmelzorganes haben ebenfalls englische Beobachter zuerst gesehen (*Nasmyth*, *Huxley*); näher auf dasselbe eingegangen sind die Franzosen. Vergl. *Guillot l. c.*, *Robin* und *Magitot* (*Journ. de la physiol. Tome* 4, *p*. 71). — 4) Vergl. *Robin* und *Magitot*. — 5) Man betrachtet demgemäss das im Innern des Schmelzkeimes entstandene Gallertgewebe als epitheliale Produktion.

§ 155.

Der Dentinkeim ist nun bestimmt, mit den Odontoblasten das Zahnbein zu produziren. Hierbei ziehen sich jene Elemente nach auswärts in lange fadenförmige Ausläufer aus, welche zu den uns schon aus § 151 bekannten weichen *Tomes*'schen Zahnfasern werden. Zwischen ihnen erscheint dann eine homogene Masse, deren Entstehung nach Art der Interzellularsubstanzen in der Bindegewebegruppe überhaupt aufzufassen sein wird [1]). In diffuser Verkalkung (gleich dem verwandten osteoiden Gewebe) wird sie zum Zahnbein, und aus ihren die *Tomes*'schen Fasern umgebenden Grenzschichten bilden sich die Wandungen der Zahnröhrchen hervor.

Soweit man den schwierig zu verfolgenden Bildungsgang kennt, dürfte etwa Folgendes festzuhalten sein:

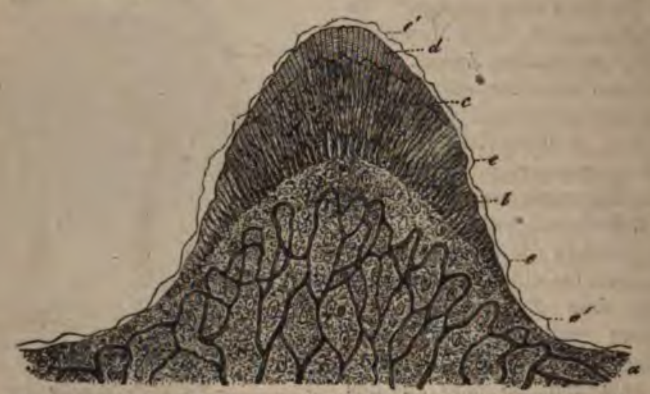


Fig. 259. Keim eines menschlichen Backzahnes im Vertikalschnitt mit beginnender Verkalkung. *a* Gefässführender Dentinkeim; *b* Elfenbeinzellen und Dentine *c*; *d* Schmelz; *e* sogenannte *Membrana praeformativa*.

Die jungen Odontoblasten oder Dentinzellen (Fig. 259. *b*. Fig. 260) erscheinen als membranlose, dicht gedrängte kernführende Gebilde von zackiger Gestalt, welche durch kurze Fortsätze miteinander zusammenhängen. Nach auswärts senden sie einfach oder in Mehrzahl andere Ausläufer ab, welche eine durch Seitenzweige verbundene reichliche Verästelung herstellen. Allmählich werden die Odontoblasten länger, schmäler, und ihr peripherisches Ausläufersystem gewinnt eine sehr bedeutende Länge. Wir haben somit die weichen *Tomes*'schen Fasern erhalten.

Die schon erwähnte Verkalkung beginnt an der Spitze des Dentinkeims in dem eben geschilderten Gewebe unter der Form eines einzigen oder mehrerer anfangs getrennter dünner Plättchen, der sogenannten Zahnscherbchen (Fig. 259. *c*). Indem die Ossifikation zunächst in der Fläche fortschreitet, überwächst die verkalkte Schicht von oben an den Seiten herab den Dentinkeim, in welchem mit dem Eintritt der Verkalkung das Blutgefässnetz die Höhe seiner Ausbildung erlangt. Da aber gleichgleich die unterhalb des Zahnbeinscherbens stehenden, weich gebliebenen Elfenbeinzellen die Bildung der *Tomes*'schen Fasern, Zahnröhrchen und der Grundsubstanz fortsetzen, und letztere eine abermalige Verkalkung baldig erleidet, nimmt die Mächtigkeit des Dentinkeimes, obgleich er nach und nach beträchtlich in die Länge gewachsen ist, mehr und mehr ab [2]).

Das eben angeführte Längenwachsthum führt endlich zur Bildung der Wurzel, welche ganz nach dem Vorbilde der Krone sich zu Elfenbein gestaltet und peripherisch verkalkt.

Die Zementbildung beginnt schon vor dem Durchbruch der Zähne, sobald einmal die Wurzel sich entwickelt. Die Knochenmasse aber entsteht [3]) durch eine Wucherung des unteren Theiles des Zahnsäckchens, indem wie beim Periostwachs-

thum des Knochens jener zur osteogenen Substanz wird und diffus verkalkt. Osteoblasten und an die *Sharpey*'schen Fasern (S. 248) erinnernde verkalkende Bindegewebebündel fehlen auch hier nicht.

Hiernach werden also beide Theile dem Knochengewebe ähnlich oder auch völlig gleich sich verhalten. Das Zahnbein ist eine modifizirte Knochensubstanz. Das Zement ist auf jenes so aufgelagert, wie eine jüngere periosteale Knochenschicht auf die ältere, und die Kommunikationen zwischen Zahnröhrchen und Kalkkanälchen der Knochenzellen geschehen in analoger Weise wie beim Dickenwachsthum des Knochens.



Fig. 260. Odontoblasten oder Elfenbeinzellen nach *Lent*. Bei *a* und *b* einfache fadenförmige, zu Zahnröhrchen sich gestaltende Ausläufer. *c*. *d* getheilte; *e* eine spindelförmige Zelle; *f* eine getheilte (?).

Wie das Zement der Wurzel umgebildet ist, so wird es der Schmelz der Krone als fest anhängende Ueberzugsmasse. Der verlängerte Zahn drückt allmählich auf das Schmelzorgan und das Dach des Zahnsäckchens, so dass diese mit dem darüber befindlichen Zahnfleisch schwinden. In solcher Weise geschieht denn der Durchbruch der 20 Milchzähne, welcher mit dem 6ten oder 7ten Monat des Säuglingsalters beginnt, um gegen den Ausgang des zweiten oder auch erst in der Mitte des dritten Lebensjahres sein Ende zu finden. Der Rest des Zahnsäckchens erhält sich als Periost der Alveole. An durchgebrochenen Milchzähnen bildet es ein System querer Fasern, welche vom Alveolarrande zum Zahnhals schief aufsteigen (*ligamentum circulare dentis* nach *Koelliker* [4]).

Vielleicht persistirt das äussere Epithel des Schmelzorganes, um später das sogenannte Schmelzhäutchen zu bilden [5]).

Das spätere Ausfallen der Milchzähne wird durch ein Schwinden der Zahnwurzel eingeleitet [6]).

Das sukzessive Hervorbrechen der 32 bleibenden Zähne beginnt vom 7ten Jahre, um sich bis an das Ende des zweiten Dezennium (Weisheitszahn) fortzuerstrecken.

Was die Zähne im Greisenalter zum Ausfallen bringt, ist noch nicht hinreichend aufgeklärt. Wahrscheinlich bereitet die Verengerung der Zahnkanälchen und die Verkümmerung der *Tomes*'schen Fasern den Untergang des Organes vor.

Ebenso erfordert die Entstehung der Zahnkaries, bei welcher wir nacheinander eine Erweichung und Zerstörung der Schmelzmembran, des Schmelzes und des Zahnbeins in den Grundmassen der Zahnscheiden und Zahnfasern bemerken, noch weitere Untersuchungen. Vibrionen- und Fadenpilzbildungen kommen dabei vor [7]).

Der sogenannte Weinstein der Zähne besteht aus Albuminaten und verwandten Materien der Mundflüssigkeit und einer grossen Menge Erdphosphaten. Erstere betragen nach *Berzelius* 21, letztere 79%.

Hypertrophieen einzelner Aussenstellen des Zahns sind sehr häufige Vorkommnisse. Sie betreffen das Zement, die Dentine oder beide Substanzen zugleich [8]).

Ebenso kommt eine Neubildung von Dentine an der Innenwand und eine Ossifikation der Pulpa oft genug vor. Schon bei der durch das Kauen bewirkten Abnutzung der Zahnkrone, ebenso bei krankhaften Substanzverlusten an der Aussenseite bilden sich von der Pulpa aus neue innere Dentinschichten [*Salter* [9])].

Ausgerissene Zähne können in ihre Alveolen wieder eingeheilt werden.

Eine Neubildung von Zähnen an fremden Lokalitäten ist eine seltene Erscheinung. Sie kommt namentlich im Eierstock [10]), aber auch anderwärts vor.

Anmerkung: 1) Wir begegnen hier wiederum zweierlei Meinungen, denselben wie beim Bindegewebe und Knochen. Nach der einen Ansicht entsteht das Zahnbein in Form einer von den Odontoblasten gelieferten Interzellularsubstanz, nach einer zweiten Ansicht findet eine direkte Verkalkung der Elfenbeinzellen statt. Für letztere ist in neuer Zeit namentlich *Waldeyer* aufgetreten. »Die Dentinbildung besteht in einer Umwandlung eines Theiles des Protoplasma der Elfenbeinzellen in leimgebende Substanz mit nachfolgender Verkalkung der letzteren, wobei der andere Theil des Zellenprotoplasma in Form weicher Fasern unverändert in der erhärteten Masse zurückbleibt.« Für erstere Auffassung erklären sich *Koelliker, Kollmann, Wenzel.* — 2) Neben der diffusen Verkalkung kommt es in dieser Periode zur Bildung der sogenannten Zahnbeinkugeln, verkalkter kugliger Körper, welche theilweise bleiben (S. 268), theilweise aber später wieder verschwinden sollen. Dass sie einfache Konkretionen der Knochenerde mit kollagener organischer Grundlage seien, bestreitet *Hoppe*, welcher, wie schon erwähnt, ihr organisches Substrat beim Kochen nicht in Glutin verwandeln konnte. Er spricht sich vielmehr gleich *Hannover* für ihre Zellennatur aus. Die zwischen ihnen auftretenden Lücken mit unvollständiger Verkalkung ergeben die § 150 berührten Interglobularräume. — 3) Ein besonderes Zementorgan kommt nicht vor. — 4) Vergl. dessen Gewebelehre, 5. Aufl., S. 374. — 5) Wir kommen im nächsten Abschnitt darauf zurück. — 6) Mit der Resorption der Wurzel der Milchzähne haben in neuester Zeit *Lieberkühn* (Ueber Wachsthum und Resorption der Knochen. Marburg 1867) und *F. A. Kehrer* (Centralblatt 1867, S. 737) sich beschäftigt. Eine Obliteration der Blutgefässe des Zahns (an welche man als veranlassendes Moment gedacht hat) kommt nicht vor. Vielmehr entsteht in einiger Entfernung von der Wurzelspitze eine Zerstörung des Gewebes (Erosionsfurche), und zwar an der der bleibenden Zahnanlage zugekehrten Seite der Wurzel. Bedingt ist diese Zerstörung durch ein wucherndes Gewebe, welches vom Alveolarperiost seinen Ausgang nimmt. Jene Erosion des Zahngewebes verbreitet sich gegen die Krone und bis auf die Zahnhöhle hin, um schliesslich den noch übrigen Rest der Zahnwurzel von unten nach aufwärts zu vernichten. Ein Druck des wachsenden Ersatzzahnes gibt möglicherweise zu jener zerstörenden Wucherung der Beinhaut die Veranlassung. — 7) *Ficinus* im Journal für Chirurgie von *Walther* und *Ammon*, Jahrg. 1846, S. 1; *H. Klenke*, Die Verderbniss der Zähne. Leipzig 1850. Interessante, jedoch wieder in Frage gestellte Mittheilungen über Zahnkaries hat vor einigen Jahren *Neumann* geliefert. S. Archiv für klinische Chirurgie von *Billroth* und *Gurlt*, Bd. 6, S. 117. Man s. ferner *Th. Leber* und *J. B. Rottenstein*, Untersuchungen über die Karies der Zähne. Berlin 1867 mit 2 Tafeln, sowie den betreffenden Abschnitt in *C. Wedl's* Pathologie der Zähne. Leipzig 1870, S. 295. — 8) Vergl. *Virchow's* Werk über Geschwülste Bd. 2, S. 53. — 9) S. *Transactions of the London pathol. society. Vol. VII, p.* 185. Auch frühere Jahrgänge dieser Zeitschrift enthalten wichtige Arbeiten des Verf. über pathologische Verhältnisse der Zähne. — 10) Man vergl. hierzu den Abschnitt über dieses Organ.

D. Gewebe umgewandelter, in der Regel nicht mit einander verwachsener Zellen mit homogener, sparsamer, festerer Zwischensubstanz.

---

12. Das Schmelzgewebe.

§ 156.

Der Schmelz oder das Email[1]), welches sich im Körper des Menschen und der höheren Thiere auf den Zahn beschränkt, und, wie wir finden werden, eine entschiedene Epithelialproduktion darstellt, erscheint porzellanartig glänzend, weiss, häufig mit einem mehr gelblichen oder bläulichen Anfluge, sowie mit glatter Oberfläche[2]). Doch lässt schon die Lupe gewöhnlich eine Menge, die Krone umkreisender zarter Furchen erkennen; deren *Retzius* 24 auf 1‴ zählte, und welche nach unten gegen die Zementgrenze hin noch häufiger werden. Gleich dem Knochenüberzug des Zahngewebes besitzt der Schmelz am Halse des Zahnes, wo er sich scharf vom Zement abgrenzt, die geringste Dicke, um von da aus stärker zu werden und auf der Mitte der Krone die grösste Mächtigkeit zu erlangen (vergl. Fig. 250 und 254). Bei der Untersuchung im polarisirten Lichte zeigt der Schmelz eine viel stärkere Doppelbrechung als Dentine und Zement [*Hoppe*[3]), *Valentin*[4])].



Fig. 261. Senkrechter Schnitt des Schmelzes und der angrenzenden Partie des Zahngewebes vom Menschen. *a* Schmelzoberhäutchen; *b* Schmelzprismen; *c* Spalträume zwischen den vorhergehenden; *d* Zahngewebe mit den Röhren.

Nach Untersuchung feiner Schliffe oder schwach in Säuren mazerirter Schmelzmassen besteht das Gewebe (Fig. 261) aus langen polyedrischen Säulen (*b*), welche dicht gedrängt beisammen stehen, und durch ein sehr sparsames Bindemittel zusammengehalten werden. Man nennt sie Schmelzprismen oder Schmelzsäulen. Sie laufen wohl grösstentheils durch die ganze Dicke der Schmelzlage hindurch, um mit dem einen ihrer Enden an das Zahnbein anzustossen, während das andere die Oberfläche des Email bilden hilft. Doch kommen möglicherweise auch Prismen vor, welche kürzer sind und einwärts in geringerer oder grösserer Entfernung von dem Zahnbein endigen. Ihr Quermesser liegt zwischen 0,0034—0,0045^{mm}, und ihr Verlauf stimmt im Rohen mit demjenigen der Zahnröhrchen überein.



Fig. 262. Querschnitt der menschlichen Schmelzprismen.

Verfertigt man sich Querschliffe der Schmelzlage, so erscheinen die durchschnittenen Säulen in Gestalt eines zierlichen vier- oder sechseckigen, an Epithelien erinnernden Felderwerks (Fig. 262).

Endlich wird die Oberfläche des Email noch von einer durch *Nasmyth* entdeckten, ausserordentlich harten und resistenten dünnen (0,001—0,0013^{mm}) homogenen Membran überkleidet und geschützt (Fig. 261. *a*). Es ist dieses das sogenannte Schmelzoberhäutchen[5]) (*Koelliker*) oder die *Cuticula dentis*.

Anmerkung: 1) Man vergl. die beim Zahnbein (S. 269) erwähnten Arbeiten, besonders die *Czermak*'sche. — 2) Am besten eignet sich zur Untersuchung das weiche Email noch nicht durchgebrochener Zähne. — 3) Vergl. dessen Aufsatz in *Virchow*'s Archiv Bd. 24, S. 29. — 4) S. dessen Untersuchungen der Gewebe im polarisirten Lichte, S. 263. — 5) Der Name ist schlecht gewählt, da jenes Häutchen auch an Zähnen vorkommt, welchen jeder Schmelz fehlt, z. B. des Hechtes (*Waldeyer*).

§ 157.

Ein genaueres Eingehen zeigt mancherlei eigenthümliche Texturverhältnisse des Email.

Indem einzelne Gruppen der Schmelzfasern tiefer in die Oberfläche des Zahnbeins einspringen als andere, wird letztere rauh und uneben. Da die zentrale Begrenzungsfläche des Schmelzes kleiner als die frei nach aussen gelegene erscheint, so entsteht die Frage, ob die Schmelzprismen nach aussen sich verbreitern oder ob, da eine erheblichere Zwischenmasse fehlt, nicht eine Anzahl der Prismen kürzer als die übrigen, schon in einiger Entfernung von der Zahnbeinfläche endige. Man hat vielfach solche eingekeilte kürzere Säulen angenommen, obgleich bei dem nicht geraden Verlauf derselben dieser Gegenstand kaum sicher zu entscheiden sein dürfte. Ausserdem gibt *Czermak*[1]) an, häufig eine Verbreiterung der Säulen nach aussen bemerkt zu haben.



Fig. 263. Stücke der Schmelzprismen vom Menschen.

Letztere selbst (Fig. 263) zeigen uns in der Regel, aber in wechselnder Deutlichkeit und Entfernung, eine Querstreifung, welche vielleicht von einer schichtenweisen Verkalkung (*Hannover*, *Hertz*) abzuleiten sein mag.

Was endlich den Verlauf der Säulen im Einzelnen betrifft, so ist derselbe ein sehr manchfaltiger, indem bei wellenförmigen Beugungen und verschiedenen Krümmungen ganze Gruppen derselben andere kreuzen können, so dass an Längsschliffen unsere theils der Länge, theils dem Quer- und Schrägschnitte nach sichtbar werdenden Säulen ein streifiges Ansehen herbeiführen[2]).

Besondere Ernährungskanäle gehen dem Schmelz ab. Dagegen trifft man in ihm ein System zufälliger Hohlräume (Fig. 261. *c*), welche in Dicke und Grösse sehr variiren, bald einfach, bald verästelt sind, meistens zwischen den Schmelzsäulen der Länge nach sich erstrecken, aber auch schief über laufen können. Gewöhnlich stehen sie in dem dem Zement anliegenden Theile der Schmelzmasse. Risse und Sprünge, welche das spröde Email beim Schleifen erfährt, können dieselben Bilder veranlassen. Endlich dringen wohl noch einzelne der *Tomes*'schen Fasern und Röhrchen des Zahnbeins, wie schon früher erwähnt, in den Schmelz ein, verlaufen hier zwischen den Säulchen eine kurze Strecke weit, um entweder in die Hohlräume sich einzusenken oder unter den Prismen sich zu verlieren[3]).

Anmerkung: 1) a. a. O. S. 299. — 2) Eigenthümlich sind ferner gewisse, schon von *Retzius* erkannte über einander gelagerte bräunliche Züge des Schmelzes (Fig. 254. 1). Ihre Bedeutung kennen wir noch nicht. — 3) Nach *Gerlach* (Gewebelehre, S. 169) sollen sogar Schlingen der Zahnröhrchen im Schmelz vorkommen können. Man vergl. noch die

Arbeit von *Tomes* (*Phil. Transact. p.* 522) und von *Wenzel*. Auch *Waldeyer*, welcher dieses Vordringen früher gänzlich in Abrede gestellt hatte, sah es in neuester Zeit (Jahresbericht für 1871, S. 32).

§ 158.

Der Schmelz stellt als härteste festeste Masse des Leibes eine vortreffliche schützende Decke des darunter befindlichen Zahnbeins dar. Die Säulen werden in dieser Hinsicht aber noch von dem Schmelzhäutchen übertroffen.

Was die chemische Konstitution unseres Gewebes[1]) betrifft so ist es das wasserärmste des Organismus, ebenso das an anorganischen Bestandtheilen reichste. Auf etwa 2, 4 oder 6% organischer Masse, welche nach Behandlung mit Säuren die Form der Prismen zeigt, aber beim Kochen keinen Leim gibt (*Hoppe*) kommen 81—90% phosphorsauren Kalkes, 4—9 kohlensauren Kalkes und über 3% Fluorcalcium (nach *Berzelius*), sowie 1,5—2,5 phosphorsaurer Magnesia[2]). Als Beispiele dienen zwei *Bibra*'sche Analysen, deren erstere das Email des Backenzahns vom erwachsenen Manne und letztere bei einem 25jährigen Weibe betrifft.

	1.	2.
Organische Grundlage	3,39 (?)	5,97
Fett	0,20	Spuren
Phosphorsaurer Kalk mit Fluorcalcium	89,82	81,63
Kohlensaurer Kalk	4,37	8,88
Phosphorsaure Magnesia	1,34	2,55
Andere Salze	0,88	0,97

Der noch nicht fertige Zahnschmelz ist natürlich an organischen Bestandtheilen weit reicher.

Die organische Grundlage des Schmelzhäutchens zeichnet sich durch ein sehr beträchtliches Widerstandsvermögen gegen Säuren, sowie Alkalien aus, und gibt keinen Leim (*Koelliker*).

Die Entwicklung des Schmelzes[3]) geschieht, wie man seit längerer Zeit weiss, von den die konkave Fläche des Schmelzorganes bekleidenden Zellen (Fig. 258. *c*), und zwar so, dass jede spätere Schmelzfaser einer Zelle entspricht, ist aber ein zur Zeit noch kontroverser Vorgang[4]), wenn schon auch alles zur Annahme verkalkender Zellenkörper drängt.



Fig. 264.

Wie wir schon wissen, erscheinen jene in Gestalt zylindrischer, mit bläschenförmigen Kernen und einem zehr zartkörnigen Inhalte versehener Gebilde, ungefähr so breit wie die Schmelzsäulchen. Später, wenn die Verkalkung des Zahnbeins einzutreten beginnt, bemerkt man dessen Oberfläche von schon erhärteten

aber noch kurzen Schmelzprismen bekleidet (Fig. 264. *d*). Man gewinnt nicht selten Bilder, als ob über diese Schmelzprismen ein besonderes Häutchen, die sogenannte *Membrana praeformativa* (Fig. 264. *e'*) wegliefe. Eine solche existirt aber in Wirklichkeit nicht, und das Ganze ist ein Trugbild, hervorgerufen durch die jüngste, in Bildung begriffene Schmelzlage, welche nach der Entkalkung manchmal in Form einer Membran von dem ausgebildeten Schmelz abgehoben werden kann.

Das Schmelzoberhäutchen soll das erhärtete Aussenepithel des Schmelzorganes (Fig. 258. *c*) darstellen[5].

Anmerkung: 1) Vergl. das Werk von *Bibra*, die beim Zahngewebe zitirten Arbeiten, sowie den Aufsatz von *Hoppe* (a. a. O.). — 2) Nach *Hoppe*, welcher eine Reihe Analysen der Mineralbestandtheile des Zahnschmelzes angestellt hat, kommt auf 3 Atome phosphorsauren Kalkes durchschnittlich ein Atom Kalk gebunden an Kohlensäure, Fluor und Chlor. — 3) Man vergl. hierüber die bei der Entwicklung des Zahnbeins angeführte Literatur. — 4) Nach der älteren, von *Schwann* (a. a. O. S. 118) herrührenden Angabe sollten die Schmelzprismen einfach die verkalkten Zylinderzellen, welche früher die Unterfläche des Schmelzorganes bedeckten, darstellen. Eine andere jedenfalls irrige Meinung lässt die Schmelzprismen unter der angeblichen *Membrana praeformativa* ganz unabhängig von jenen Zylinderzellen entstehen (*Huxley*, *Robin* und *Magitot*). Wiederum anders lautet die von *Koelliker* (Handbuch der Gewebelehre, 5. Aufl., S. 384) vorgetragene Theorie. Nach ihm sind die Schmelzprismen geformte, später verkalkende Abscheidungen der Zylinderzellen nach Art der Kutikularbildungen niederer Thiere (vergl. Würzburger Verhandlungen Bd. 8, S. 37). Erst mit Vollendung der Schmelzprismen sollten jene Zellen zu Grunde gehen, nachdem sie als letzte Arbeit noch die Bildung des Schmelzhäutchens vollzogen hätten. *Waldeyer* reiht sich wieder an *Schwann* an. Die offenen röhrenförmigen Zylinderzellen verkalken, indem zuerst ihre Wandung, dann der Inhalt sich mit Kalksalzen füllt. Auch *Hertz* stimmt dieser, schon früher von *Tomes* getheilten Meinung bei, und wir selbst ebenfalls halten die Schmelzprismen für verkalkte Theile des in die Länge gewachsenen, aber hüllenlosen Körpers der sogenannten Schmelzzellen. — 5) Nach *Waldeyer*'s früherer Annahme sollte jenes Häutchen aus den vereinigten beiden Epitheliallagen des Schmelzorganes seinen Ursprung nehmen, wogegen *Koelliker* (Gewebelehre, 5. Aufl., S. 389) mit Recht an die geringe Dicke jener Begrenzungshaut des Schmelzes erinnerte. Wahrscheinlicher ist desshalb die Hypothese von *Hertz* (a. a. O. S. 300), dass das Schmelzhäutchen nur der äusseren Epithellage seinen Ursprung verdanke. Dieser Auffassung hat sich denn auch *Waldeyer* hinterher angeschlossen. Ganz anderer Ansicht ist *Kollmann* (a. a. O. S. 55). Nach ihm tragen die Schmelzzellen nicht allein über ihre Seitenflächen eine Membran (*Waldeyer*, *Hertz*), sondern auch ihre dem Schmelz zugekehrte Basis zeigt eine dicke Hülle, einen »Deckel«. Diese Lage zusammenhängender Deckel, künstlich isolirt, bildet in früherer Zeit die *Membr. praeformativa*; später nach Vollendung des Email bleiben diese Zellendeckel auf der Oberfläche des Schmelzes sitzen und verkalken. Sie werden so zum Schmelzoberhäutchen. Der Schmelz ist also ein versteinertes Zellensekret, eine Auffassung, welche auch *Wenzel* vertheidigt.

13. Das Linsengewebe.

§ 159.

Die Krystalllinse[1]) besteht aus einer Kapsel, welche ein Gewebe höchst zarter glasartiger Fasern oder Röhren umschliesst. Letztere sind aus einer Umwandlung von Zellen des Hornblatts hervorgegangen, und das ganze Organ trägt einen wesentlich epithelialen Charakter.

Seine Hülle, die Linsenkapsel, *Capsula lentis* (Fig. 265. *a*), ist eine vollkommen wasserhelle strukturlose und nur bei starken Vergrösserungen feinstreifig erscheinende Membran, in ihrem vorderen Theile viel dicker als im hinteren (etwa 0,0135—0,0068^{mm}). Die Innenfläche der vorderen Kapselhälfte führt das schon § 87 erwähnte Plattenepithelium einfacher glasheller gekernter Zellen von 0,0160—0,0226^{mm} (Fig. 265. *b*. und 269. *d*).

Dieses geht aber an seinem Aussenrand in der Gegend der *Zonula Zinnii* (und

hier endet auch die Verdichtung der Linsenkapsel) in eine Zone junger Zellen mit öfter getheiltem Kern und nur kleinem Körper über. Noch weiter peripherisch bemerkt man von diesen Bildungszellen entsprossene rundliche gekernte Elemente, die sich in Linsenfasern zu verwandeln bestimmt sind (*von Becker*).



Fig. 265. Schematische Darstellung der Krystalllinse des Menschen. *a* Die Kapsel; *c* die Linsenfasern mit verbreiterten Enden (*d*) an die vordere Lage des Epithelium *b* sich ansetzend, ebenso nach hinten *e* an die Kapsel angelagert; *f* die sogenannte Kernzone.

Die Linsenfasern oder Linsenröhren (Fig. 266. *a*. *b*) erscheinen blass, glasshell, ohne weitere Zusammensetzung im Innern. In den äusseren Schichten der Linse sind sie ganz besonders durchsichtig, in ihrer Breite 0,0902—0,0113^{mm} messend, während sie in den zentralen Partien des Organs zwar feiner (0,0056^{mm}), aber schärfer begrenzt und deutlicher erscheinen.

Die peripherischen Fasern (*a*) besitzen, vielleicht umschlossen von sehr feiner Wand, einen homogenen dickflüssigen Inhalt, und verdienten alsdann den Namen der Röhre. Doch herrscht hier noch grosse Unsicherheit.

Die inneren (*b*) dagegen sind fester geworden, und zeigen uns nicht selten leicht zackenförmige Ränder, ein Verhältniss, was für die Verbindung der einzelnen Röhren von Wichtigkeit ist und namentlich bei Fischen zu stark gezähnelten Kanten sich ausbildet.



Fig. 266. Linsenfasern des Menschen. *a* Aus den äusseren, *b* aus den inneren Theilen.

Wie schon die Seitenansicht lehren kann, sind die Linsenfasern nicht zylindrisch, sondern mehr bandartig abgeflacht (Fig. 266. *a*). Am schönsten aber tritt dieses an dem Querschnitte einer getrockneten Linse hervor (Fig. 267). Hier findet man in grösster Zierlichkeit die einzelnen Röhren zu schmalen, in der Breite 0,0113—0,0056^{mm} messenden sechsseitigen Feldern abgeplattet. Sehr lang und schmal sind diese Sechsecke bei Vögeln.

Was die Anordnung der Linsenfasern betrifft (Fig. 265), so laufen sie meridianartig vom mittleren Theile der vorderen Kapselfläche über den Aequator des Organs zu der entsprechenden Stelle der hinteren Hälfte, wobei sie stets ihre breite Fläche nach aussen wenden, und mit den Längskanten an benachbarte Fasern sich fest anlegen. Indem letztere Verbindungsweise die innigere ist, können Schichten der Linsenfasern in Gestalt zarter konzentrischer Lamellen abgeblättert werden, welche in den äusseren Theilen des Organs den Wölbungen des letzteren folgen, in den inneren mehr kuglig sind.

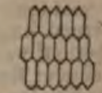


Fig. 267. Querschnitt der Linsenfasern von einer getrockneten Krystalllinse.

An senkrechten Schnitten erhärteter Krystalllinsen bemerkt man die Linsenröhren (Fig. 265. *c*) unter dem Epithelialüberzuge (*b*) verbreitert entspringen (*d*), dann ihren gekrümmten Verlauf antreten, um ähnlich auslaufend an der hinteren zellenlosen Kapselwand sich zu inseriren (*e*)[2]. Hierbei tritt in der Aequatorialgegend des Organs an jeder Röhre ein schöner bläschenförmiger, rundlicher Kern von 0,0074—0,0129^{mm} hervor (*f*). Es gewährt einen zierlichen Anblick, durch das transparente Gewebe hinab diese Lage der Kerne (»Kernzone« von

H. Meyer) zu verfolgen. Die Angabe, dass jede Linsenröhre nur einkernig sei, ist indessen nicht ausnahmelos richtig (s. u.); beim achtmonatlichen menschlichen Fötus habe ich solche mit 2, ja mit 3 Kernen in aller Schärfe beobachtet (Fig. 270)[3].

Man darf sich indessen diese Kernzone nicht wie ein in der Aequatorialebene gelegenes Diaphragma vorstellen. Sie gleicht vielmehr einem an der Peripherie befestigten Blatte, welches nach einwärts wellenförmig in regelmässigen Abständen von den Strahlen der gleich zu erörternden Linsensterne sich fortsetzt (*von Becker*).



Fig. 268. Die Linse des Neugeborenen. *a* Vordere, *b* hintere Fläche.

Das getrübte Organ des Neugeborenen (Fig. 268) bietet ferner in den sogenannten Linsensternen ein ganz eigenthümliches Strukturverhältniss dar. In der Mitte der vorderen Fläche (*a*) vereinigen sich nämlich unter Winkeln von 120° drei Streifen zu einem dreistrahligen Sterne oder einem umgestürzten Y. An der hinteren Wand bemerkt man entweder in umgekehrter Richtung die gleiche Figur oder die eines vierstrahligen Sternes (*b*). In ersterem Falle erscheinen also die Strahlen des hinteren Y gegenüber denjenigen des vorderen wie um 60° gedreht. In späterer Lebenszeit zerfällt jeder der Strahlen, unter spitzen Winkeln sich theilend, in ein ganzes Astsystem, so dass komplizirte sternförmige Gestaltungen die Folge sind.

Das Mikroskop lehrt, dass innerhalb eines solchen Strahles und seines Zweigsystemes die Linsenfasern fehlen, und durch eine homogene dickflüssige Masse ersetzt werden[4]). Da man diese Substanz scheidewandartig durch die Linse verfolgen kann, so ist unser Organ durch eine Art von Fachwerk getheilt, welches mit seinen Schichten von einem zentralen Raum der Linse seine Ausgangsstelle nimmt. Die Fasermassen derselben bilden also für jede Linsenhälfte drei oder auch vier keilförmige Stücke[5]).

Diese Verhältnisse wirken auf den Verlauf der Linsenröhren natürlich bestimmend ein[6]), und machen es unmöglich, dass eine Faser einen der beiden Pole wirklich erreicht.

Anmerkung: 1) Neben den Handbüchern der Gewebelehre s. man *Hannover* in *Müller*'s Archiv 1845, S. 478; *H. Meyer* ebendaselbst, 1852, S. 202; *Harting, Histol. Anteekeningen in van der Hoeven en de Vriese Tigdschrift* 1846, *XII*, S. 1; *Bowman, Lectures on the parts concerned in de operations on the eye etc. London* 1849; *Koelliker* in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 6, S. 142; *Th. Nunnely* im *Journ. of microsc. science* 1858, *p.* 136; *F. J. von Becker* im Archiv für Ophthalmologie Bd. 9, Abth. 2, S. 1, sowie *C. Ritter* a. d. O. Bd. 12, Abth. 1, S. 17 und in *Wecker*'s *Etudes ophthalmologiques, Tome* 2, *Fasc. I. Paris* 1866 und die dagegen gerichteten Bemerkungen *Becker*'s in demselben Archiv Bd. 13, Abth. 1, S. 75; *Ritter* ebendaselbst Abth. 2, S. 451 und *Zernoff* an demselben Orte S. 521, sowie *Babuchin* in *Stricker*'s Handbuch S. 1080. — 2) Diese verbreiterten Enden der Linsenröhren können im Querschnitt gesehen das Bild eines (aber kernlosen) Plattenepithelium nachahmen. — Früher nahm man zwischen Linse und Kapsel eine geringe Menge einer wasserhellen und zähen Flüssigkeit, den *Humor Morgagnii*, an. Derselbe existirt jedoch im lebenden Auge nicht, und ist nur ein Leichenphänomen, hervorgerufen durch die Zersetzung der so zarten peripherischen Linsenröhren und des Epithelium. Letzteres bläht sich hierbei vor dem Zerbersten zu grossen kugligen Blasen (Fig. 269. *e*) auf. — 3) Durch *von Becker* ist das Vorkommen mehrkerniger Linsenröhren mit Unrecht gänzlich geläugnet worden. — 4) Doch ist die Existenz einer homogenen Masse in den Linsensternen kürzlich von *Zernoff* und *Babuchin* (S. 1086) und zwar wohl mit Recht in Abrede gestellt worden. — 5) Nach *von Becker* setzen sich die Sternstrahlen noch als ein System feinerer Kanäle, seiner »interfibrillären Gänge«, zwischen den Linsenfasern fort. Sie enthalten dieselbe homogene Substanz wie die Linsensterne, und sind kaum als Artefakte nach jenem Beobachter zu betrachten. Ueber ihre Bedeutung bei entzündlichen Reizungen des Organs vergl. man noch die Arbeit, welche *Moers* geliefert hat (*Virchow*'s Archiv Bd. 32, S. 45). *Zernoff* erklärt diese interfibrillären Gänge *Becker*'s indessen für Kunstprodukte — und ich stimme ihm unbedenklich bei. — 6) An Linsenschliffen fand *Thomas* mehrere ganz eigenthümliche Kurvensysteme (Prager Vierteljahrschrift 1854. Bd. 1, Beilage S. 1), deren Deutung *Czermak* (Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 7, S. 185) gelang.

§ 160.

Was die Mischungsverhältnisse des Linsengewebes[1]) betrifft, so kennt man diejenige der Linsenkapsel zur Zeit noch sehr ungenügend. Letztere quillt in Essigsäure und einer Alkalisolution auf, jedoch ohne sich zu trüben oder zu lösen. Ebenso verwandelt sie sich nach zweitägigem Kochen nicht in Leim. Alkalien widersteht sie lange, während Mineralsäuren sie allmählich lösen (*Mensonides*). Hiernach würden wir so ziemlich die Reaktionen der meisten glashellen elastischen Membranen hier wieder erhalten. Dagegen soll nach *Strahl* jene Kapsel schon nach mehrstündigem Kochen in Wasser sich lösen zu einer Substanz, welche jedoch nicht die Reaktionen des Leims darbietet.

Die Mischung von Kern und Wand der Linsenfasern kennt man noch nicht. Im Innern ist eine konzentrirte Lösung eines eigenthümlichen, sehr zersetzlichen Proteinkörpers eingeschlossen, des sogenannten Krystallin (§ 12. S. 18). Bei seiner grossen Verwandtschaft mit Albumin trüben alle Reagentien, welche Eiweiss zum Gerinnen bringen, auch das Linsengewebe, und machen passend verwendet letzteres deutlicher. In dieser Hinsicht hat sich die Chromsäure einen verdienten Ruf erworben. Daneben enthält die Linse eine nicht unbeträchtliche Menge von Fett und nach älteren Analysen von Extraktivstoffen. *Berzelius* erhielt beim Menschen in 100 Theilen:

Wasser	58,0
Proteinkörper	35,9
Wände der Linsenfasern etc., als Filterrückstand	2,4
Extraktivstoffe	3,7

Der Fettgehalt der menschlichen Linse wurde zu 2,06% gefunden [*Husson*[2])]; darunter findet sich Cholestearin (*Lohmeyer*). Die Menge der Mineralbestandtheile hat man zu nur 0,35% angetroffen. Die Trübung der Linse nach dem Tode beruht auf einer noch nicht verständlichen Mischungsänderung[3]).

Das spezifische Gewicht der menschlichen Krystalllinse ist nach *Chenevix* 1,076 für die peripherischen Schichten, während der konzentrirtere Kern 1,194 erreicht. Der Brechungsindex für die äusseren Linsenstraten beträgt nach *Krause* 1,4071, für die mittleren 1,4319 und die zentralen 1,4564[4]).

Anmerkung: 1) Man vergl. *Schlossberger*'s Gewebechemie, 1. Abth., S. 304; *Mensonides* in *Nederl. Lancet* 1848—49, S. 694 und 709; *Strahl* im Archiv für phys. Heilkunde 1852, S. 332; *Lohmeyer* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift N. F. Bd. 5, S. 56. — 2) Nachrichten von der Gesellsch. der Wissensch. zu Göttingen 1853, No. 5, S. 47. — 3) Die katarrhaktöse Trübung rührt von sehr verschiedenen Ursachen her, z. B. von Verkalkungen des Gewebes, Fett- und Cholestearineinlagerungen etc. — 4) *Krause* a. a. O. S. 28.

§. 161.

Die Linse entsteht[1]) als Einstülpung der oberflächlichen, den embryonalen Leib begrenzenden Zellenschicht, des sogenannten Hornblatts, dessen schon früher bei der Oberhaut gedacht wurde.

Schon sehr frühe erscheint dieselbe als ein von jener Schicht vollkommen abgetrenntes, im Innern hohles, aber sehr dickwandiges Gebilde, welches von einer glashellen Membran umgrenzt ist. Mehrere Lagen länglicher Zellen stellen jene Wandung her. Von ihnen ist möglicherweise die Ausscheidung einer homogenen Masse erfolgt, welche zur Linsenkapsel erstarrte. Indessen unserer Ansicht nach ist die Linsenkapsel eine aufgelagerte modifizirte Grenzschicht des benachbarten Bindegewebes.

Diese Bildungszellen erfüllen, wie man annimmt, mit ihren Abkömmlingen allmählich die Zentralhöhle, und wachsen in ihrer grossen Mehrzahl zu Linsen-

röhren aus, während nur ein Rest an der Vorderfläche, den ursprünglichen Charakter bewahrend, zum Kapselepithel sich gestaltet.

Bei jüngeren Embryonen hat man Gelegenheit, solche in der Entwicklung begriffene Linsenröhren anzutreffen (Fig. 269 *a*—*c*).

Bei älteren Früchten, wie z. B. menschlichen in den letzten Monaten, sind die Fasern schon denen des Erwachsenen ganz ähnlich (Fig. 270. *a*. *c*), bisweilen aber auch noch den Zellencharakter darbietend (*b*). Nicht so gar selten begegnet man Linsenröhren mit doppeltem oder gar dreifachem Nukleus (*d*). Von der am Rande des Epithel gelegenen Zone unreifer Zellen (§ 159) dürfte dann unter einem Theilungsprozess die weitere Neubildung von Linsenröhren des wachsenden Organes erfolgen, indem sich diese den älteren aufbetten. Das Wachsthum der Linse und jener Prozess erstrecken sich sicher noch weit über die embryonale Periode hinaus [2].

In der Fötalperiode ist die Linsenkapsel von einer gefässführenden Hülle umgeben, welche einen Theil des unter dem Namen der *Membrana capsulo-pupillaris* bekannten Hüllensystems bildet [3].

In unserm Organ vermehrt sich beim Wachsthum des Körpers nach der Geburt die Zahl der Röhren, nicht mehr aber deren Durchmesser [*Harting* [4]].

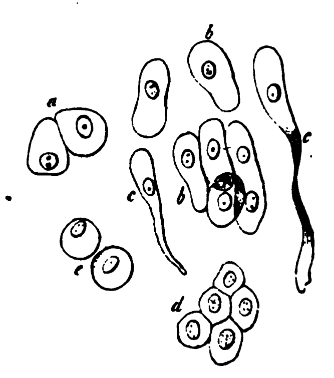


Fig. 269. *a*—*c* Linsenzellen eines zweizölligen Schweinsembryo. *a* Ursprüngliche Zellen; *b* oval verlängerte; *c* länger ausgewachsene im Uebergang zu Linsenröhren. *d* Epithelium der Linse vom achtmonatlichen menschlichen Fötus; *e* Zellen des sogen. *Humor Morgagnii*.

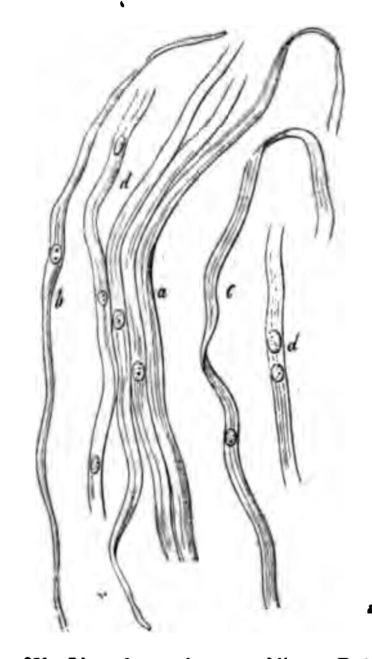


Fig. 270. Linsenfasern des menschlichen Embryo von 8 Monaten. *a* Fasern mit einem Kerne; *b* eine, welche den Zellencharakter noch darbietet; *c* die platte Form der Seitenansicht; *d* Fasern mit zwei und drei Kernen.

Diese gehen von den Epithelialzellen der Linsenkapsel aus, und regeneriren sich entsprechend ihrem epithelialen Charakter, wenn nur Kapsel und Zellenbekleidung erhalten sind [5]. Da das Linsengewebe in seiner Gestalt von derjenigen der Kapsel bestimmt wird, begreift man, wie eine nach dem Oeffnen der letzteren wieder gebildete Linse nicht mehr die frühere regelmässige Gestalt erreicht. Die Grösse und Richtung des Stoffwechsels für unser Organ kennt man noch nicht. Erstere dürfte nicht ganz unbedeutend sein.

Anmerkung: 1) Die erste Entdeckung verdankt man *Huschke* (Isis 1831, S. 950 und *Meckel's* Archiv 1832, S. 17). Bestätigungen ergaben die Untersuchungen *Koelliker's* (Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden. Zürich 1844, S. 99 und 103, Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 730 und Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 6, S. 142, sowie dessen Werk über Entwicklungsgeschichte S. 276 u. 295) und vorher schon die *C. Vogt's* (*Embryologie des Salmons*. 1844, *p*. 76). Man s. noch *Remak's* Werk S. 34, 90 u. 150. — 2) Kern-

theilungen in fast fertigen Linsenröhren glaube ich einigemal beim achtmonatlichen menschlichen Fötus bemerkt zu haben. Sie sind bei Reizungszuständen der Linse kürzlich von *Moers* wieder gesehen worden, und führen hier zu starken Kernwucherungen. — Nach *Babuchin* (Würzb. naturw. Zeitschrift Bd. 4, S. 85) gestaltet sich die Entwicklung der Linse folgendermassen: Von den gleich langen und schmalen Zellen, welche anfänglich die Wandung des hohlen Organes bilden, entwickeln sich die Zellen der hinteren Hälfte rascher, und wachsen namentlich in die Länge, während die Elemente des vorderen Segmentes sich verbreitern und verkürzen. In Folge dessen wird die hintere Wand immer dicker, die vordere immer dünner. Nach vollendeter Entwicklung sind die Zellen der ersteren zu den Linsenfasern, diejenigen der Vorderhälfte zum Linsenepithel geworden. Sonach ist die Linse eine Hohlkugel mit sehr ungleich entwickelten Wandungen, einer vorderen sehr dünnen und einer hinteren enorm dicken. Man vergl. hierzu noch *S. L. Schenk* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 55, Abth. 2, S. 480), welcher etwas abweichende Ergebnisse für die Entwicklung der Fischlinse gewann. — 3) Seine Gefässe bieten eine treffliche Gelegenheit zu Entwicklungsstudien dar. — 4) *Harting, Recherches micrométriques* p. 57. — 5) *Valentin*'s Physiologie, 2. Aufl., Bd. 1, S. 314.

14. Das Muskelgewebe.

§ 162.

Die Muskeln, dem mittleren Keimblatt entsprossen, stellen ein weiches, röthliches, faserig erscheinendes Gewebe dar, ausgezeichnet durch die Fähigkeit, auf Anregung seiner motorischen Nerven sich zu verkürzen. Man bezeichnet diese Eigenschaft mit dem Namen der Irritabilität. Wie die Physiologie lehrt, fallen die Kontraktionen des Muskelgewebes theils willkürlich, theils unwillkürlich aus.

In histologischer Hinsicht zeigt uns nun ein Theil der Muskeln als Elementargebilde einen langen quergestreiften Faden (Fig. 271), während der andere aus glatten spindelförmig verlängerten Zellen aufgebaut wird (Fig. 272). Man spricht hiernach von quergestreifter und glatter Muskulatur.

Indessen diese anatomische Verschiedenheit erscheint auf den ersten Blick weit grösser, als sie es in Wirklichkeit ist.



Fig. 271. Quergestreifte Muskelfäden.

Fig. 272. Elemente der glatten Muskulatur des Kaninchens.

Einmal treffen wir in der Thierwelt zwischen jenen zwei Arten des Muskelgewebes gar manchfache Uebergänge [1], und dann hat in neuerer Zeit die Entwicklungsgeschichte gelehrt, wie beiderlei Formelemente von höchst ähnlichen Anfängen beginnen, nämlich je einer Zelle (§ 59). Das Element des glatten Muskels bewahrt diesen Charakter zeitlebens, während der quergestreifte Faden in höherer Komplikation des Baues sich davon weit entfernt.

Schliesslich noch die Bemerkung, dass die willkürliche Muskulatur unseres Körpers aus quergestreiften Fäden besteht, aber auch das Herz unter der unwill-

kürlich beweglichen, während sonst die dem Willenseinfluss entzogenen Muskeln von glatten Elementen hergestellt sind. Die Ausdrücke glatte und unwillkürliche, quergestreifte und willkürliche Muskulatur entsprechen daher für den Menschen einander nicht vollkommen [2]). Das spezifische Gewicht des glatten Muskels bestimmten *Krause* und *Fischer* [3]) zu 1,058, dasjenige des quergestreiften zu 1,041.

Anmerkung: 1) Man s. *Leydig*'s Lehrbuch S. 42, sowie Vom Bau des thierischen Körpers S. 68 und *Koelliker* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 8, S. 109 und Gewebelehre, 5. Aufl., S. 83; *A. Weismann* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R. Bd. 15, S. 60 und 279; *von Hessling*'s Werk S. 112 u. a. m. — 2) Verfolgt man unter diesen Gesichtspunkten das Muskelgewebe durch die Thierreihe herab, so stellen sich immer grössere Differenzen zwischen Funktion und Struktur heraus, so dass jene Parallele allen Werth verliert. Die quergestreifte Muskulatur wird zur herrschenden bei den Arthropoden, während die Mollusken, Würmer und Strahlthiere nur glatte Elemente besitzen. Das willkürliche oder entgegengesetzte Arbeiten eines Muskels hängt nicht von seiner Textur, sondern dem Ursprunge seiner bewegenden Nerven ab. — 3) a. a. O.

§ 163.

Als Elemente der glatten Muskulatur (Fig. 273) galten früher lange blasse bandartige Fasern (*i*), welche von Strecke zu Strecke einen gleichfalls verlängerten Kern erkennen lassen sollten. Es war dem Scharfblick *Koelliker*'s [1]) vergönnt, diese Fäden als linear aufgereihte verlängerte Zellengebilde zu erkennen, und somit die kontraktile Faserzelle (*c—h*) im Jahre 1847 in die Histologie einzuführen; ein grosser Fortschritt in der Erkenntniss des schwierig zu erforschenden Gewebes [2]).



Fig. 273. Glatte Muskulatur des Menschen und Säugethiers. *a* Eine Bildungszelle aus der Magengegend eines 2zölligen Schweinsembryo; *b* eine weiter vorgerückte; *c—g* verschiedene Formen der kontraktilen Faserzelle des Menschen; *h* eine mit Fettkörnchen versehene; *i* ein Bündel glatter Muskelfäden; *k* Querschnitt durch einen solchen von der Aorta des Ochsen mit vielfach in die Schnittebene gefallenen Kernen.

Die glatte Muskelzelle erscheint manchmal als ein kürzeres (*c*), in der Regel als langes (*d—f*), zuweilen ausserordentlich verlängertes Gebilde (*g*), welches gewöhnlich nach beiden Enden hin in eine Spitze ausläuft. Die Länge beträgt im Mittel etwa 0,0451—0,0902^{mm}, an kurzen Zellen bis 0,0282^{mm}, an sehr langen 0,2256^{mm} und mehr. Die Breite der kontraktilen Faserzellen liegt zwischen 0,0074—0,0151^{mm}.

Im Uebrigen erscheinen diese blass und homogen, entweder ganz farblos oder sehr schwach in das Gelbliche tingirt, ohne einen erkennbaren Unterschied von Inhalt und Hülle. Gar nicht selten zieht eine Körnchenreihe als Protoplasmarest von den Kernpolen in den Zellenleib hinaus [Fig. 272 *a*] [3]); ebenso kann die gleichartige Masse des letzteren durch feine staubartige Moleküle leicht getrübt sein. Endlich findet man als Zeugnisse einer Rückbildung in wechselnder Menge und Grösse Fettkörnchen (Fig. 273. *h*).

Ein charakteristisches Ansehen vermag aber die kontraktile Faserzelle besonders durch ihren Kern zu erlangen, welcher nach stärkerer

Säureeinwirkung als ein ziemlich blasses, langes, zylindrisches, an beiden Enden mehr oder weniger abgerundetes Stäbchen erscheint. Dann treffen wir diesen Nukleus homogen, ohne Differenz von Inhalt und Hülle, sowie scheinbar ohne Kernkörperchen. Die mittlere Länge beträgt 0,0226^{mm}, die Breite 0,0023—0,0029^{mm}. Er findet sich etwa in halber Zellenlänge, und nimmt den Axentheil ein, wie namentlich schön der Querschnitt vorher getrockneter Muskeln (*k*) lehrt, wo man sich auch von der zylindrischen Gestalt der meisten Faserzellen überzeugen kann. Gewöhnlich ist der Kern in letzteren nur einfach vorhanden; doch können doppelte, ja drei und vier Nuklei in einer Zelle vorkommen [*Remak*[4]), *Koelliker*, *G. Schwalbe*[5])], ein für die Verwandtschaft mit dem quergestreiften Muskelfaden wichtiges Strukturverhältniss.

Erst in neuester Zeit mit Hülfe der vorgeschrittenen Technik (Fig. 272) hat man in vielen der Kerne einfach oder mehrfach (1—4) glänzende runde Körner von 0,0009—0,0002^{mm}, welche wohl die Bedeutung der Kernkörperchen besitzen [*Hessling*, *Frankenhäuser*, *Arnold*, *Schwalbe*[6])], angetroffen.

Unter dem Polarisationsmikroskop ergiebt sich die kontraktile Faserzelle doppelbrechend und positiv zur Axe [*Valentin*[7])].

Während so in den Tagen der Reife unsere Zelle eigenthümlich erscheint, trägt sie bei dem Embryo einen wenig prägnanten Charakter; der Kern ist alsdann rundlich und bläschenförmig (*a*. *b*). Ob nicht an manchen Stellen des Körpers jene ursprüngliche Beschaffenheit sich zu erhalten vermöge, ist eine zur Zeit nicht zu beantwortende Frage. Im Uebrigen ist es unmöglich, zwischen den Spindelzellen des Bindegewebes, welchen ein lebendiges Zusammenziehungsvermögen ja ebenfalls zukommt, und den Elementen der glatten Muskulatur eine überall sichere Grenze zu ziehen. Manchfache Kontroversen vergangener Jahre, ob diesem oder jenem Theile kontraktile Faserzellen zuzusprechen seien oder nicht, müssen unserer Anschauung gemäss darnach beurtheilt werden.

Auf der andern Seite kann die einkernige kontraktile Faserzelle einen querstreifigen Inhalt gewinnen, und so den Elementen der »willkührlichen« Muskulatur näher treten.

Hierhin zählen die Elemente des Herzmuskels bei niederen Vertebraten [*Weismann*[8])], des Aortenstieles vom Salamander und Proteus [*Leydig*[9])], kaum aber die unter dem Endokardium der Wiederkäuer, des Schweins und Pferdes gelegenen und den Namen der *Purkinje*'schen Fäden tragenden Fasern[10]).

Die glatte Muskulatur findet sich durch den ganzen Verdauungskanal vom unteren Theile der Speiseröhre bis gegen das Mastdarmende; ebenso kommt sie der Schleimhaut selbst als sogenannte *Muscularis mucosae*[11]) in Gestalt schwächerer Lagen und kleinerer Bündel zu. Dann enthält der Athemapparat unser Gewebe [hintere Wandung der Trachea, Ringfaserhaut der Bronchien und ihrer Verästelungen, vielleicht auch noch in den respirirenden Lungenbläschen[12])]; ebenso kommt es in den Wandungen, namentlich der Mittelschicht der Gefässe vor. Auch in der äusseren Haut erscheinen die kontraktilen Faserzellen einmal nur in Gestalt kleiner Gruppen, wie an den Haarbälgen, den Talg- und Schweissdrüsen, dann als mehr zusammenhängende Lage, wie in der *Tunica dartos* des Hodensacks, der Brustwarze und des Warzenhofes. Die menschlichen Gallenwege zeigen jenes Gewebe nur in der Wand der Gallenblase [*Henle*[13]), *Eberth*[14])]. Eine weitere Verbreitung gewinnt unser Gewebe in den Harnwerkzeugen. Es findet sich in Gestalt zusammenhängender Lagen in den Nierenkelchen, dem Nierenbecken, den Uretheren und der Blase, in Form vereinzelter Elemente in der Harnröhre, sowie an der Nierenoberfläche [*Eberth*[15])]. Im männlichen Generationsapparat ist unser Gewebe weit verbreitet (*Tunica dartos*, zwischen der *Tunica vaginalis communis* und *propria* des Samenstrangs, *Epididymis*, Samengang, Samenbläschen, *Prostata*, *Cowper*'sche Drüsen und *Corpora cavernosa*); ebenso im weiblichen, so im Ovarium[16]), in den Eileitern, dem Fruchthälter[17]), welcher während der Schwanger-

schaft die massenhafteste Ansammlung unseres Gewebes überhaupt darbietet; dann den runden (*Koelliker*) und breiten Mutterbändern [*Luschka* [18]] und den kavernösen Körpern. Ferner nimmt man glattes Muskelgewebe in der Hülle und den Scheidewänden der Säugethier-Milz und der Lymphdrüsen an [19]. Endlich kommt es am Sehorgan im Sphinkter und Dilatator der Pupille, in der *Chorioidea*, im Ziliar- und Orbitalmuskel, sowie in den Augenlidmuskeln [*H. Müller* [20]] vor.

Anmerkung: 1) S. dessen Aufsatz in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 1, S. 48. — 2) Ueber die Untersuchungsmethoden ist nachzulesen *Frey*, Das Mikroskop, 5. Aufl., S. 74 u. 79 — 3) Vergl. *Arnold* in *Stricker*'s Lehrbuch S. 138, sowie die Separatausgabe: Das Gewebe der organischen Muskeln. Leipzig 1869. S. 8; *G. Schwalbe* im Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 4, S. 392, sowie frühere Angaben von *Klebs* (*Virchow*'s Archiv Bd. 32, S. 175). — 4) a. a. O. S. 177. — 5) *Koelliker* a. a. O. S. 81, *Schwalbe* a. a. O. — 6) *Hessling*'s Gewebelehre S. 114; *F. Frankenhäuser*, Die Nerven der Gebärmutter und ihre Endigung in den glatten Muskelfasern. Jena 1867, S. 74; *Arnold* a. a. O. S. 139; *G. Piso-Borme* in *Moleschott*'s Untersuchungen Bd. 10, S. 459. — 7) Man vergl. dessen bekannte Schrift S. 292. — 8) S. dessen Arbeit im Archiv von *Reichert* und *Du Bois-Reymond* 1861, S. 41. — 9) Anatom.-histolog. Untersuchungen über Fische und Reptilien. 1853, S. 53. — 10) Wir werden beim Herzen dieser sonderbaren Bildungen näher zu gedenken haben. — 11) Den Nachweis der *Muscularis* in den Mukosen des Verdauungsapparates verdankt man besonders *Brücke* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 6, S. 214); *Koelliker* in der Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. 3, S. 106. — 12) Hier wurde glattes Muskelgewebe von *Moleschott* behauptet (Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen Bd. 6, S. 380), wogegen später *Eberth* (Zeitschr. für wissensch. Zoologie Bd. 12, S. 447) sich erklärte. Durch eine neue Tinktionsmethode hat auch *Schwarz* (a. a. O.) das gleiche Ergebniss erhalten. Nach *Colberg* (*Observationes de penitiore pulmonum structura et physiologica et pathologica. Halis* 1863) sollen übrigens die Lungenbläschen des Neugeborenen muskulöse Faserzellen führen. Für die Existenz der Alveolenmuskulatur sind in neuer Zeit wieder *H. Hirschmann* (*Virchow*'s Archiv Bd. 36, S. 335), ebenso *Piso-Borme* (a. a. O. Bd. 10), *Afonasieff* (*Virchow*'s Archiv Bd. 44, S. 56) und *Rindfleisch* (Centralblatt 1872, S. 65) in die Schranke getreten. — 13) Handbuch der Anatomie 2. Bd., 1. Abth., S. 218. — 14) a. a. O. S. 362. — 15) S. Centralblatt 1872, S. 225. — 16) Für das Ovarium haben kontraktile Faserzellen angenommen *Rouget* (*Journ. de la physiologie. Tome* 1, *p.* 480), *Aeby* (*Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1859, S. 675) und *His* (Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 1, S. 171). Auch *Klebs* (*Virchow*'s Archiv Bd. 21, S. 363), *Grohe* (Bd. 26, S. 278) haben dann nachträglich ihre Zustimmung erklärt. — Ihre Existenz ist dagegen geläugnet worden durch *O. Schrön* (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. 12, S. 420) und *Pflüger* (in seiner Monographie S. 44). — 17) Gablige Spaltungen der Muskelzellen für den schwangeren Fruchthälter, ebenso die Prostata, den Magen und die Iris geben *Moleschott* und *Piso-Borme* an (a. a. O. Bd. 9, S. 1); ebenso für die Harnblase des Frosches *Klebs* (*Virchow*'s Archiv Bd. 32, S. 174). — 18) Man s. dessen Aufsatz in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1862, S. 202. — 19) Während in der Hülle und den Scheidewandbildungen der Lymphknoten unter den neueren Autoren *His* (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. 11, S. 70) dieses Gewebe annehmen, ebenso *W. Müller* (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R. Bd. 20, S. 120) und auch *Koelliker* (Gewebelehre 4. Aufl., S. 609), sah ich es wohl bei Säugern, nicht aber dem Menschen (Untersuchungen über die Lymphdrüsen S. 35). Später jedoch wiess seine Existenz am letzteren Orte auch *E. Schwarz* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 55, Abth. 1, S. 671) in entscheidender Weise nach. — 20) S. Würzburger Verhandlungen Bd. 9, S. 244 und LXXVI; Bd. 10, S. 179.

§ 164.

Die zweite Form des Muskelgewebes, die quergestreifte [1], findet sich an allen Muskeln des Rumpfes und der Gliedmaassen, des Ohres, den äusseren Augenmuskeln (mit Ausnahme der im vorhergehenden § erwähnten); ferner an manchen Eingeweiden, wie der Zunge, dem Pharynx, der oberen Partie der Speiseröhre, dem Larynx, den Genitalien, dem Mastdarmausgange und als Zwerchfell. Endlich erscheint sie als modifizirtes Gewebe im Herzen.

Sie zeigt uns als Element (Fig. 274. 1) einen langen zylindrischen, kaum stärker abgeplatteten Faden, der sich im Allgemeinen nicht verzweigt, und eine Dicke von 0,0113 und 0,0187^{mm} bis herauf zu 0,0563^{mm} für den Menschen be-

sitzt. Man bezeichnet ihn mit dem Namen des Muskelfadens, der Muskelfaser oder des Primitivbündels.

Der menschliche Muskelfaden, welcher bei seiner grösseren Dicke gelblicher gefärbt ist als das glatte Element, bietet uns im Gegensatz zu dem wenig markirten glatten Gewebe bei stärkerer Vergrösserung eine sehr bezeichnende, höchst charakteristische Textur dar.



Fig. 274. 1. Quergestreifter Muskelfaden mit Zerspaltung in Primitivfibrillen *a*, deutlicherer Querstreifung *b* und Längszeichnung bei *c*; *d* Kerne. 2. Ein Muskelfaden *b*, bei *a* durchrissen mit stellenweise leer hervortretender Scheide.

Der Muskelfaden aber besteht aus einer Hülle und einem kontraktilen Inhalte. Erstere wird als Sarkolemma oder Primitivscheide bezeichnet, und bildet eine wasserhelle, homogene Membran, welche durch ihre bedeutende Elastizität der Inhaltsmasse bei all ihren Formveränderungen stets dicht anliegend bleibt (Fig. 274. 1). Die Demonstration der Primitivscheide gelingt, abgesehen von chemischen Hülfsmitteln, durch Zerreissung des Inhaltes (2. *a*) oder, was sehr zu empfehlen, durch Behandlung noch lebender Muskelfäden mit Wasser, wo die Scheide durch die Endosmose blasenförmig abgehoben wird[2]. Auch Weingeistpräparate der Muskeln von nackten Amphibien geben mit häufig weit abstehenden Scheiden gute Bilder.

Der Innenfläche des Sarkolemma angelagert trifft man ein System rundlicher oder ovaler Kerne (1. *d*) von 0,0074—0,0113^{mm} Grösse. Eine genauere Untersuchung des Muskelfadens nackter Amphibien (Fig. 275) mit sehr starken Linsensystemen ergibt den Nukleus (*c*) als ein Bläschen mit ziemlich dicker und darum doppelt kontourirter Wand, ein oder zwei Kernkörperchen enthaltend. Im frischen Gewebe liegt der Kern eng umschlossen in einer spindelförmigen Lücke. Die Spitzchen der letzteren sind von einer homogenen, hellen Masse erfüllt, welche durch Reagentien körnig gerinnt. Es ist ein Rest des ursprünglichen, nicht zur Bildung der Fleischmasse verbrauchten Protoplasma. Man hat das Ganze »Muskelkörperchen« genannt [*Welcker*, *M. Schultze*[3])], und als einer Zelle äquivalent betrachtet.



Fig. 275. Ein Muskelfaden des Frosches bei 800facher Vergrösserung. *a* Dunkle Zonen mit Fleischtheilchen; *b* helle; *c* Kerne; *d* interstitielle Körnchen (Alkoholpräparat).

Unsere Fig. 275 zeigt von jenem Muskelkörperchen ausgehende fadenartige Streifen (welche wir weiter unten zu erörtern haben) und diese sowie den verkümmerten Zellenkörper mit Fettkörnchen durchsetzt.

Die Zahl jener Kerne oder Muskelkörperchen ist nicht unbedeutend, die Stellung bald eine regellose, bald mehr alternirende. Nur in den Herzmuskelfäden kommen neben peripherischen Kernbildungen auch solche in den

Axentheilen vor. Bei niederen Thieren, wie z. B. dem Frosch, liegen die Nuklei in allen Tiefen des Fadens [4]).

Der von dem Sarkolemma umschlossene Inhalt oder die Fleischmasse des Muskels (Fig. 274. 1) besitzt eine verwickelte, ungemein leicht veränderliche Textur. Es erscheint, aber in wechselnder Schärfe und Deutlichkeit, eine durch die ganze Dicke hindurch ziehende longitudinale (*c*) und quere (*b*) Zeichnung.

An manchen abgestorbenen Muskelfäden tritt die Längsstreifung auf das Schönste hervor, indem der Faden von sehr zahlreichen, zwar zarten aber deutlichen Längslinien mit parallelem Verlauf durchsetzt wird. Die Entfernung letzterer wechselt zwischen 0,0011—0,0022^{mm}. Vielfach laufen diese Längslinien kontinuirlich über grössere Strecken; noch häufiger jedoch tauchen sie in der Fleischmasse nur stellenweise auf, um dann nach einigem Verlaufe in ihr wieder zu verschwinden.



Fig. 276. Ein Muskelfaden nach 24stündiger Einwirkung des chromsauren Kali in Fibrillen theilweise zertrennt.

Am Schnittende des Fadens kann man häufig die Inhaltsmasse in Gestalt feiner, durch die lineare Zeichnung abgegrenzter Fäserchen oder Bälkchen hervorstehen sehen (1. *a*).

Höchst eigenthümliche Bilder aber gewährt der Muskelfaden nach der Einwirkung mancher Reagentien; eine Behandlungsweise, welche überhaupt hier von grossem Belang ist. Muskelfäden, welche in Wasser kalt mazerirt oder gekocht waren, solche, welche einer längeren Einwirkung von Alkohol, Quecksilberchlorid, Chromsäure und ganz besonders chromsaurem Kali ausgesetzt wurden, zeigen sich häufig auf das Prachtvollste in lange feine Fäden von 0,0011—0,0022^{mm} zerspalten (Fig. 276).

Darauf hin hat man eine Zusammensetzung der Muskelfaser aus feinen Elementarfasern, den sogenannten Muskelfibrillen, vielfach angenommen, und jener den Namen des Primitivbündels gegeben.

Die erwähnte Theorie hat eine Reihe nahmhafter Vertheidiger gefunden; so *Schwann*, *Valentin*, *Henle*, *Gerlach*, *Koelliker*, *Leydig*, *Welcker* [5]), *Schönn* [6]) u. A.

Anmerkung: 1) Vergl. *Henle*'s Allgem. Anat. S. 578; *Bowman* in den *Phil. Transact.* 1840. *Part.* 2, *p.* 69 und 1841. *Part.* 1, *p.* 457; ebenso dessen beide Artikel: »*Muscle*« und »*Muscular motion*« in der *Cyclopaedia*, *Vol.* 3, *p.* 506 u. 519, sowie das mit *Todd* herausgegebene Werk *Vol.* 1, *p.* 150; *Koelliker*'s Handbuch 5. Aufl., S. 151. — 2) Die Schenkelmuskeln eben getödteter Frösche eignen sich hierzu vortrefflich. — 3) Man sehe auch noch *Rollett* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 24, S. 291. — 4) Man vergl. den mehrfach genannten Aufsatz in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1861, S. 1; ebenso die gute Darstellung, welche mit *A. Jahn Welcker* (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R., Bd. 10, S. 238) gegeben hat. Als Kuriosität sei hier noch erwähnt, dass im Jahre 1860 *P. Stephan* die Präexistenz jener Kerne geläugnet hat. (S. den eben genannten Band der *Henle-Pfeufer*'schen Zeitschrift S 204.) — 5) a. a. O. — 6) Jenaische Zeitschrift Bd. 2, S. 28.

§ 165.

Die Querstreifen treten im Muskelfaden wiederum unter manchfachen Verschiedenheiten auf, welche bei der Kleinheit des Objektes und der Unsicherheit des Fokus schwer zu erfassen sind. Einmal begegnet man dunklen, scharfen und feinen, kontinuirlichen Linien in parallelem Verlaufe, sei letzterer nun ein gerader oder mehr wellig gebogener. Ihre Entfernung liegt ebenfalls zwischen 0,0011—0,0023^{mm}. Oder die Querlinien erscheinen abgesetzt, streckenweise fehlend. Die Begrenzung des ganzen Fadens zeigt sich hierbei glatt. An andern Muskelfäden finden sich weniger dunkle, aber viel breitere Zeichnungen, förmliche

Querbänder, so dass der ganze Faden aus einem doppelten Systeme dunklerer und hellerer Querzonen zu bestehen scheint. Endlich, jedoch nur sehr selten, rücken die queren Zeichnungen weiter auseinander, die Seitenränder des Fadens werden eingekerbt, und derselbe macht den Eindruck, als wolle er in Platten zerfallen. Mit dem stärkeren Hervortreten der queren Zeichnung pflegt die longitudinale mehr und mehr abzunehmen.

Sehr wichtige Anschauungen gewährt auch hier das mit manchen Reagentien behandelte Gewebe. So bringt Essigsäure die Längslinien zum Verschwinden, um eine Zeit lang nur die feinen dunklen Querlinien erster Art zu zeigen. Durch eine höchst verdünnte Salzsäure, ebenso auch durch den sauren Magensaft, zerfällt unter Aufquellung und beginnender Lösung mit völligem Verlust aller Längszeichnungen der Muskelfaden in dünne Scheiben, welche sich oft auf das Zierlichste von einander abblättern (Fig. 277. 4. 5). Aehnlich, aber ohne Aufquellen, wirkt kohlensaures Kali; verwandt Chlorcalcium, welches aber ein Einschrumpfen und Querrunzeln des Fadens herbeiführt, und nicht selten im Innern desselben Querrisse erscheinen lässt. Wie man in den früheren Fällen von der fibrillären Zusammensetzung des Muskelfadens sich auf das sicherste zu überzeugen glaubte, würde man nach den letztgenannten chemischen Effekten den Aufbau desselben aus übereinander geschichteten Scheiben oder Platten behaupten müssen [1].

Die Theorien, welche die Histologen über diese eigenthümliche Doppelzeichnung des Muskelfadens aufgestellt haben, sind begreiflicherweise bei der Schwierigkeit des Gegenstandes von jeher sehr verschiedenartig ausgefallen. Sieht man ab von einer Anzahl offenbar unrichtiger Erklärungsversuche, so blieben lange Jahre hindurch nur zwei Anschauungsweisen, durch welche das in Frage kommende Texturverhältniss wenigstens in seinen Hauptzügen gedeutet werden konnte. Beiderlei Anschauungen hatten daher ihre Anhänger und Gegner gefunden.

Fig. 277. 1 Ein Muskelfaden mit Primitivfibrillen und scharfer Querstreifung als Schema; 2 die isolirten Fibrillen in starker Vergrösserung; 3 die Fleischtheilchen zu einer Scheibe verbunden, schematisch; 4 Platten des menschlichen Muskelfadens nach Salzsäureeinwirkung; 5 ein Faden des Menschen nach längerer Einwirkung von Salzsäure mit dunklen (*c*) und hellen (*d*) Zonen und Kernen (*a*, *b*); 6 zwei zugespitzte Faden des menschlichen *Biceps brachii*. Bei dem einen setzt sich interstitielles Bindegewebe über das Ende weiter fort.

Nach der ersteren, schon im vorhergehenden § besprochenen Auffassung waren die Fibrillen die präexistirenden wesentlichen Elemente der Fleischmasse und ausgezeichnet durch eine gegliederte Beschaffenheit (Fig. 277. 2). Indem die regelmässig wiederkehrenden Querzeichnungen aller Fibrillen eines Muskelfadens in derselben Höhe nebeneinander liegen, erhält der letztere dadurch sein quergestreiftes Ansehen (1). Dass man hiermit die Verhältnisse leidlich deuten, ebenso begreifen konnte, wie bald mehr eine longitudinale, bald mehr eine transversale Zeichnung zu entdecken ist, leuchtet ein. Weniger befriedigend fiel allerdings das Vorkommen von Querscheiben bei Abwesenheit aller Längslinien aus.

Die zweite Anschauung, welche sich einen beträchtlichen Kreis von Anhän-

gern verschafft hatte, und die wir ebenfalls mit gewissen Modifikationen für richtig hielten, rührte von dem ausgezeichneten englischen Forscher *Bowman* her[2]. Ihr hatten sich *Harting*, *Haeckel*, *Leydig*, *Keferstein*, *Margó*[3]) u. A. angeschlossen, bald mit geringeren, bald grösseren Umänderungen.

Nach dieser Theorie besteht der Muskelfaden wesentlich aus einem Aggregat kleiner Körperchen, der Fleischprismen, Fleischtheilchen (*Sarcous elements*), welche, in der Querrichtung verbunden und zusammenhängend, das Bild eines Scheibchens oder einer dünnen Platte (*Disc* von *Bowman*, Fig. 277. 3. 4. 5) gewähren und, in der Längsrichtung aneinander gereiht, dasjenige der Fibrille (1. 2). Beide, Fibrille wie Scheibe — lehrte man — sind jedoch nicht der optische Ausdruck einer derartigen präexistirenden Zusammensetzung, welche überhaupt dem frischen lebenden Muskelfaden ganz abgeht; sie beurkunden vielmehr nur eine Neigung des muskulösen Elementes, nach einer jener beiden Richtungen sich zu zerspalten[4]). Jedoch muss hier zugegeben werden, dass die Neigung des Muskelfadens zum longitudinalen Zerfalle, in Fibrillen, stärker ist, als zum queren, in *Discs*. Denn letztere sind seltenere Vorkommnisse als jene feinsten Fasern.

Die Annahme derartiger, nach Länge und Quere zusammenhängender Fleischprismen führte mit Nothwendigkeit zur Existenz einer Verbindungssubstanz zwischen jenen. Erinnern wir uns aber der völlig entgegengesetzten Wirkungsweise der beiden vorhin erwähnten Reagentienreihen, dass z. B. eine sehr verdünnte Salzsäure den Muskelfaden in Scheiben aufblättert, während Alkohol und chromsaures Kali die Fibrillen abspalten, so musste ein doppeltes Bindemittel, ein anderes für das longitudinale Zusammenhalten zur Fibrille und ein anderes für die quere Vereinigung zum Scheibchen statuirt werden. Die Menge des (wohl mehr gallertigen) Querbindemittels ist aber weit geringer als die des (vermuthlich flüssigeren) longitudinalen, und letzteres zeichnet sich durch sein bedeutendes Kontraktions- und Quellungsvermögen aus. Demgemäss stehen denn auch die dunklen Querzonen bald einander sehr nahe, bald viel weiter entfernt.

Von hoher Wichtigkeit war die Frage, wie man sich das nähere Verhältniss der Fleischprismen zu den Querlinien des Fadens zu denken habe.

An menschlichen oder Säugethiermuskeln bemerkt man häufig und besonders regelmässig nach leichter Essigsäureeinwirkung die quere Zeichnung in Gestalt dunklerer, das Licht stärker brechender Zonen, abwechselnd mit helleren von schwächerem Brechungsvermögen. Letztere sind die Lagen des aufgequollenen und aufgehellten Längsbindemittels, während die dunkleren Zonen die *Sarcous elements*, durch die quere Verbindungssubstanz plattenartig zusammengehalten repräsentiren[5]). Ein ausgedehnteres Studium der Effekte eines salzsäurehaltigen Wassers zeigte, wie die hellen Querzonen mit dem rasch beginnenden (und der Lösung vorhergehenden) Aufquellen des longitudinalen Bindemittels deutlicher hervortraten; wie der Muskelfaden dann sich in *Discs* aufblättern konnte, deren jeder, wie ein Voltaisches Element, aus einer Zink- und Kupferplatte, so aus einem dunkleren und einem helleren scheibenförmigen Theile bestand [Fig. 277. 5. *c*. *d*[6])]; wie dann der helle Theil mehr und mehr wirklich der Lösung anheimfiel, während die dunkle Zone übrig bleibend bisweilen die *Sarcous elements* eines Scheibchens, wie im Ablösen von einander begriffen, erkennen liess u. a. mehr[7]).

Die so verbesserten gewaltigen Vergrösserungen der neuen Mikroskope machten es hinterher nicht mehr schwer, die Fleischprismen und den Fadenaufbau mancher Muskeln zu sehen (Fig. 278). So stellen die Neunaugen[8]), namentlich aber die Fischlurche (*Proteus*, *Siredon*) bei der Grösse der *Sarcous elements* günstige Objekte her. Jedoch auch an den kleineren Körperchen der Frösche, Säuger und des Menschen erkennt man das gleiche Verhältniss. Unsere Fleischprismen treten als zylindrische oder sechskantige prismatische Körperchen[9]) hervor, mehr hoch als breit. Beim *Proteus* (1^a) beträgt ihr Längsmesser $0{,}0017^{mm}$, beim Frosch (Fig. 280) $0{,}0013^{mm}$, beim Schwein (Fig. 278. 2a) und Menschen $0{,}0011$—$0{,}0012^{mm}$. Sie

bilden, eins neben dem andern stehend, die dunklere breite Querzone, und berühren bei der Spärlichkeit des Querbindemittels in der Regel einander fast vollständig (Fig. 278. 2. *a*, Fig. 279. *a*). Sehr instruktive Anschauungen gewähren Stellen, wo sich die *Sarcous elements* einer Querreihe etwas mehr entfernt zeigen (Fig. 278. 1 unten, 2. *a**).

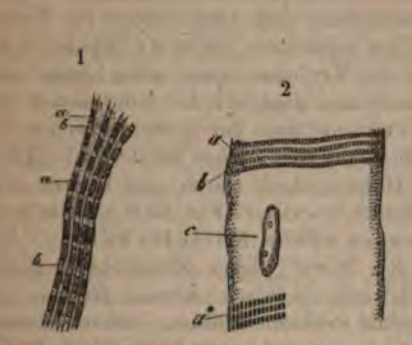


Fig. 278. Zwei Muskelfäden, vom Proteus 1, und Schwein 2, bei 1000facher Vergrösserung (ersterer Alkoholpräparat, letzterer mit Essigsäure von 1,01% behandelt). *a* Fleischprismen; *b* helles Längsbindemittel. Bei *a** sind die *Sarcous elements* von einander entfernter und das Querbindemittel sichtbar. *c* Kern.

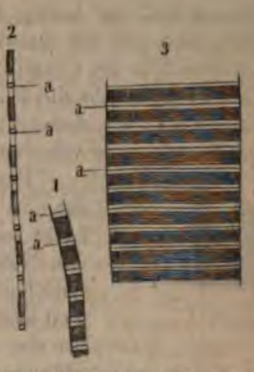


Fig. 279. *Krause*'sche Querscheiben *a. a.* 1 Eine Muskelfibrille ohne, 2 eine solche mit stärkerer Längszerrung, beide sehr stark vergrössert (*Martyn*); 3 Muskelfaden des Hundes unmittelbar nach dem Absterben.

Wir haben in der bisherigen Schilderung des Aufbaues der Fleischmasse absichtlich den historischen Weg gewählt, um so dem Leser das Verständniss neuester Forschungen zu erleichtern.

Diese [10]) haben allerdings gelehrt, dass unsere früheren Anschauungen unvollständige gewesen sind. Anderntheils aber ist das Gebiet ein so unendlich schwieriges, die Dinge liegen so sehr an der Grenze der Sichtbarkeit, und die Fleischmasse birgt einen solchen Charakter höchster Veränderlichkeit, dass die Ansichten der gegenwärtigen Beobachter weit auseinander gehen.

Zunächst wird die helle Querzone von einer sehr feinen, dunklen Querlinie durchzogen. Ihr hat nach dem Vorgang Anderer schon im Jahre 1862 der Engländer *Martyn* und die zweite Auflage dieses Lehrbuchs gedacht. Später ist jene Querlinie von *Krause* genau untersucht worden, so dass wir sie als die »*Krause*'sche Querscheibe der hellen Zone« bezeichnen dürfen. Man erkennt diese Querlinie (Fig. 279 *a*) bei lebenden Muskelfasern der Säugethiere und der nackten Amphibien ohne grosse Mühe. Sehr deutlich tritt sie an Muskelfäden der Insekten nach vorhergegangener Längszerrung hervor, und kann hier eine Dicke bis zu 0,0008mm gewinnen. Nach Einwirkung einer sehr schwachen Essigsäure bewirkt sie (wenigstens sehr häufig) die quergestreifte Zeichnung der Muskelfaser der Wirbelthiere.



Fig. 280. Muskelkästchen *a*; bei *b* Fibrillen, bei *c* Querscheiben bildend; *c* Sarkolemm.

Zu einer eigenthümlichen Auffassung des Muskelbaus ist nun *Krause* gelangt (Fig. 280). Er hält die erwähnte dunkle Querlinie für den optischen Ausdruck einer feinen vom Sarkolemm ausgehenden Querwand, welche das Innere des Muskelfadens in übereinander ge-

thürmte scheibenförmige Fächer zertheilt. Der Inhalt eines jeden Fachwerks würde von unten nach oben bestehen: *a*) aus der Hälfte der hellen Querzone, *b*) aus der die Mitte einnehmenden dunklen Querzone (d. h. der Querreihe der *Sarcous elements*) und *c*) aus einer neuen Hälfte der hellen Querzone. Unsere Fig. 280 kann dieses versinnlichen. — *Krause* glaubt sich nun aber auch von der Existenz einer feinen Seitenmembran überzeugt zu haben, welche die Seitenfläche des *Sarcous elements* und der hellen Anhänge an seinen beiden Endflächen eng anliegend bekleidet, und mit der Quermembran verschmelzen soll. So entsteht für ihn als Elementargebilde des querstreifigen Fadens das sogenannte »Muskelkästchen«. Ihre Längsreihe ergibt die Fibrillen. Indem der Verfasser unser helles Längs- und Querbindemittel als flüssig betrachtet, glaubt er, dass bei der Kontraktion die Flüssigkeitsschichten von den Endflächen theilweise nach der Seite abströmen.



Fig. 281. Muskelfaden des Amphioxus. *a* Die *Hensen*'sche Mittelscheibe; *b* helle Querzone (Alkoholpräparat).

Fast zu gleicher Zeit traf aber *Hensen* die dunkle Querzone in ihrer halben Höhe getheilt durch eine hellere, das Licht schwächer brechende Querlinie (Fig. 281. *a*). Sie trägt den Namen der »*Hensen*'schen Mittelscheibe«. Die Anschauungen über den Werth dieser Mittelscheibe gehen weit auseinander. Während die Einen (*Krause*, *Heppner*) sie für ein optisches Trugbild erklären wollten, nahmen Andere (*Merkel*, *Engelmann*) die Gegenwart im lebenden Muskelfaden an. Mit letzterer Annahme fällt natürlich die Präexistenz der *Sarcous elements*. Sie müssten dann entweder aus drei Theilen, zwei dunklen terminalen und einem hellen Mittelstücke bestehen, oder könnten nur noch postmortale optisch gleichartige Gerinnungsprodukte aus den Massen der dunklen Querzone und der hellen Mittelscheibe sein.

Man hat endlich noch an beiden Flächen der *Krause*'schen Querlinie transversale Reihen kleiner Körnchen bemerkt (*Flögel*, *Merkel*), und diese als »Nebenscheiben« (*Engelmann*) bezeichnet (Fig. 282).



Fig. 282. Stück eines abgestorbenen Muskelfadens der Fliege nach *Engelmann*; *a* Querscheiben, *b* Nebenscheiben.

Auf Weiteres einzutreten erscheint uns hier nicht am Platze.

Der Bau der quergestreiften Muskelfaser wird für Jahre ein kontroverser bleiben. Als gesichert erachten wir die *Krause*'sche Querlinie. An die Existenz der Seitenwandungen und die darauf begründete Theorie der Muskelkästchen glauben wir ebensowenig, als an die flüssige Natur des Längsbindemittels. Ueber die Mittelscheibe sind wir bisher zu keinem entscheidenden Urtheil gelangt. Die *Sarcous elements* halten wir für in irgend einer Weise präexistirend und nicht für Gerinnungsprodukte (*Engelmann*). Die Längsfibrillen sind für uns zur Stunde noch Artefakte.

Unerwartete Ergebnisse lieferte vor einigen Jahren ein von *Cohnheim*[11]) geübtes Verfahren, die Anfertigung von Querschnitten gefrorner Muskeln.



Fig. 283. Querschnitt durch einen gefrornen Froschmuskel. *a* Fleischtheilchengruppen; *b* helles Querbindemittel; *c* ein Kern.

Man erkennt (Fig. 283) Gruppen der *Sarcous elements* als eine Mosaik matter kleiner Feldchen von drei-, vier-, fünf- und sechseckiger Gestalt. Zwischen ihnen, und sie eingrenzend, erscheint ein Gitterwerk durchsichtiger und glänzender Linien, welche nur stellenweise eine Verbreiterung darbieten. Sie gehören dem Querbindemittel an.

Ob die Elemente der glatten Muskulatur ebenfalls Fleischtheilchen besitzen, steht anhin[12]).

Von grossem Interesse endlich ist eine schon ältere von *Brücke*[13]) gemachte Beobachtung. Die Fleischtheilchen *Bow-*

mann's brechen das Licht doppelt und sind positiv einaxig, ebenso die *Krause*'sche Querlinie und die Mittelscheibe; die zwischen ihnen befindliche Lage des Längsbindemittels ist einfach brechend. Erstere sind anisotrop, letztere ist isotrop. Doch wurde die Richtigkeit der *Brücke*'schen Deutung von *Rouget* und *Valentin* [14]) in Frage gestellt.

Anmerkung: 1) Auch die geringe Neigung der Fibrillen, sich von einander zu trennen (wenn nicht Reagentien einwirken), muss bedenklich erscheinen. — 2) a. a. O. — 3) Nachdem schon im Jahre 1854 *Harting* zwischen den *Sarcous elements* ein chemisch nachweisbares Bindemittel dargethan, entwickelte *Häckel* (*Müller*'s Archiv 1857, S. 491) die verschiedene Beschaffenheit der quer und longitudinal die Fleischtheilchen verkittenden Substanz, eine Lehre, welche ich dann durch den weiteren Nachweis des chemischen Verhaltens gestützt habe (1859). Hierzu s. man die Dissertation von *C. Reiser*, Die Einwirkung verschiedener Reagentien auf den quergestreiften Muskelfaden. Zürich 1860. Für die *Bowman*'sche Anschauung, oder doch wenigstens gegen die Präexistenz der Fibrillen, haben sich erklärt *Leydig* (Lehrbuch der Histologie S. 44), *W. Keferstein* (*Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1859, S. 548), *H. Munk* (*De fibra musculari. Berolini* 1859. *Diss.*) und *Margó* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 36, S. 219). — Nach *Remak* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 24, S. 415) existiren die Fibrillen während des Lebens zwar ebenfalls nicht; dagegen sind ihm die Querlinien der optische Ausdruck einer leichten Kräuselung der Rindenlage. Innerhalb dieser liege dann erst die kontraktile Masse. Keinen weiteren Anklang hat bisher die Ansicht *Kühne*'s gefunden, wonach der Inhalt des Muskelfadens im Leben seiner so leichten Beweglichkeit wegen flüssig sein sollte (*Virchow*'s Archiv Bd. 26, S. 222). — 4) »Der Muskelfaden ist daher ebensowenig ein Fibrillenbündel, als eine aus aufeinandergethürmten Platten erbaute Säule. Würde sich eine totale Trennung beiderlei Art wirklich einstellen, so müsste das Resultat ein Zerfall in die Fleischtheilchen sein. — Spaltet man eine Fibrille von einem Muskelfaden ab, so nimmt man aus jedem *Disc* ein *Sarcous element* weg und umgekehrt« (*Bowman*). — 5) Vergl. *Rollett* am angeführten Orte. — 6) In dieser Weise unterschied schon vor längerer Zeit *Dobie* (*Annal. of nat. hist. Feb.* 1848 [in *Henle*'s Jahresbericht für 1848, S. 38]) neben den dunkleren *Bowman*'schen *Sarcous elements* ein zweites System dazwischen befindlicher hellerer. — 7) Man vergl. über den Effekt von chlorsaurem Kali und Salpetersäure auf den Muskel *Budge* im Archiv für physiol. Heilkde. N. F. Bd. 2, S. 71. — 8) Vergl. *Keferstein* a. a. O. — 9) Gewaltige Dimensionen können sie beim Flusskrebs annehmen. *Häckel* (a. a. O.) fand sie dort von 0,0020—0,0099mm in ihrer Höhe wechselnd, und konnte sie gequollen bis 0,0114mm lang auch isoliren. Er hält sie für sechsseitige Prismen. — Von hohem Interesse sind auch noch die Beobachtungen *Amici*'s (*Virchow*'s Archiv Bd. 16, S. 414). Die länglichen prismatischen Fleischtheilchen der Stubenfliege, durch ein deutliches Längsbindemittel getrennt (helle Zone), nehmen bei der Kontraktion deutliche Schiefstellung an (was ich bestätigen kann). In den Fleischtheilchen soll dagegen nach *Schönn* noch ein dunklerer Punkt sichtbar sein. — 10) Man vergl. *Martyn* in *Beale*'s *Archives. Vol.* 3, *p.* 227, *Frey* im histologischen Jahresberichte für 1862, S. 50, sowie Histologie, 2te Aufl. § 163, Anm. 6); *Krause* (Göttinger Nachrichten 1868, No. 17, *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 33, S. 265, Bd. 34, S. 111) sowie das Werk: Die motorischen Endplatten der quergestreiften Muskeln. Hannover 1869, S. 1; ferner Zeitschr. für Biologie Bd. 5, S. 411 und Bd. 6, S. 153); *V. Hensen* (Arbeiten aus dem Kieler physiolog. Institute. Kiel 1868, S. 1 und S. 174); *C. L. Heppner* (Arch. f. mikr. Anat. Bd. 5, S. 137; *W. Dönitz* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Arch. 1871, S. 436; *Ranvier* in der franz. Uebersetzung unseres Buches p. 336; *J. H. Flögel* (Arch. f. mikr. Anat. Bd. 8, S. 69); *F. Merkel* (ebendaselbst Bd. 8, S. 244); *E. Wagener* in den Sitzungsberichten der Ges. zur Beförderung der gesammten Naturw. zu Marburg. 1872, No. 2; *E. Grunmach*, Ueber die Struktur der quergestreiften Muskelfaser bei den Insekten. Berlin 1872, Diss.; *W. Engelmann* in *Pflüger*'s Archiv für Physiologie, Bd. 7, S. 33. — 11) *Virchow*'s Archiv Bd. 34, S. 606; *Koelliker* in der Zeitschr. für wissensch. Zoologie Bd. 16, S. 374. — 12) *Schönn* berichtet uns das Vorkommen derselben bei wirbellosen Thieren. — 13) Wiener Akademieschriften Bd. 15, S. 69. — 14) *Journ. de la physiologie Tome* 5, *p.* 247 und *Valentin*'s Schrift S. 277. Nach jenen Forschern sind beiderlei Substanzen des Muskelfadens doppelbrechend und die Bilder im Polarisationsmikroskop nur auf die Wellenbeugungen der Oberfläche zu beziehen.

§ 166.

Eigenthümlich für den Muskelfaden ist noch das Vorkommen anderer, theilweise aus Fett bestehender fremdartiger Moleküle (der interstitiellen Körner von *Koelliker*). Sie wurden in lange verflossener Zeit von *Henle* [1]) zuerst beschrieben.

An menschlichen Muskeln sind sie nicht immer deutlich. Wo man ihnen begegnet, liegen sie bald spärlicher, bald häufiger in Form von Längsreihen durch die Fleischfaser.

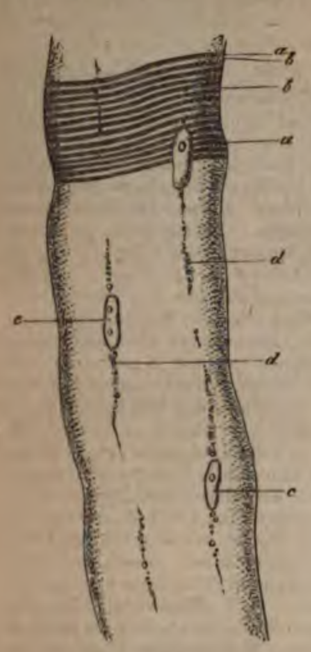


Fig. 284.



Fig. 285. Muskelfaden des Froschschenkels nach längerer Einwirkung höchst verdünnter Salzsäure. Aus dem Schnittende ragen sehr feine Fädchen *a* hervor mit Fettkörnern *b*; letztere durchsetzen den ganzen Faden *c*.



Schärfer treten sie in den Muskeln des Frosches (Fig. 284. *d*) hervor, wo sie oftmals ungemein zahlreich erscheinen, und den lösenden Einwirkungen eines salzsäurehaltigen Wassers ganz widerstehen. Man sieht sie hier reihenweise von den Polen der Kerne ausgehen. Man wird an ein System kanalartiger Lücken, welches die Nuklei und die Körnchen nebst den Fettmolekülen beherbergt, hier zunächst denken müssen (*Koelliker*), während jenes unter gewöhnlichen Verhältnissen von dem uns bekannten Protoplasma erfüllt ist. Geronnen kann diese Masse an Schnittenden von mit salzsäurehaltigem Wasser behandelten Muskelfäden (Fig. 285) ein System höchst feiner Fädchen (0,0006mm dick) zum Theil mit Fettmolekeln äusserlich und im Innern darstellen. In den Händen von *Leydig*, *Böttcher* und *O. Weber* sind jene Bildungen mit den Muskelkernen irrthümlich zu einem den Muskelfaden durchziehenden Netzwerk von sternförmigen Bindegewebezellen und röhrenförmiger Ausläufer geworden [2]).

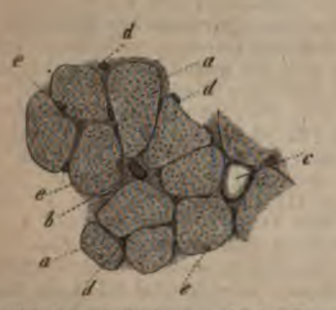


Fig. 286. Querschnitt des menschlichen *Biceps brachii*. *a* Die Muskelfäden; *b* Querschnitt eines grösseren Gefässes; *c* eine Fettzelle in einem grösseren bindegewebigen Zwischenraume; *d* Haargefässdurchschnitte in der dünnen Bindegewebeschicht zwischen den einzelnen Fäden; *e* die Kerne derselben, dem Sarkolemma anliegend.

Auf dem Querschnitte vorher getrockneter und dann erweichter Muskelfäden (Fig. 286. *a*) sieht man diese Reihen der Fettkörnchen als eine mässige Anzahl dunklerer Punkte, so lange ein Fettmolekül im Querschnitte zurückgeblieben ist, oder als kleine rundliche Oeffnung, wenn das Fettkörnchen ausfiel. Daneben aber erscheinen bei schwächeren Vergrösserungen in Menge bald deutlicher, bald undeutlicher die Gruppen der *Sarcous elements* in Gestalt höchst feiner blasserer Pünktchen [3]).

Anmerkung: 1) Man vergl. dessen allgemeine Anatomie, S. 580 und *Koelliker* in der Zeitschr. für wissensch. Zoologie Bd. 8, Heft 3. — 2) Man s. *Leydig* in *Müller*'s Archiv 1856, S. 56, *Koelliker* (Zeitschr. für wissensch. Zoologie Bd. 8, S. 318), *Henle* (in dem mit *Meissner* herausgegebenen Jahresberichte für 1857, S. 35), ferner *Rollett* (in *Moleschott*'s Untersuchungen Bd. 2, S. 345), *A. Böttcher* (*Virchow*'s Archiv Bd. 13, S. 227) und *O. Weber* (ebendaselbst Bd. 15, S. 465), ferner *Welcker* (in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. N. F.

Bd. 8, S. 226 und 3. R. Bd. 10, S. 241), sowie *Sczelkow* (*Virchow*'s Archiv Bd. 19, S. 215) und endlich *Deiters* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1861, S. 393. — 3) *Leydig* hat, mag man von seinen Behauptungen denken, was man will, die Querschnitte der Muskelfibrillen oder die *Sarcous elements* übersehen, wie seine Zeichnung (a. a. O. Tab. 5, Fig. 2. B) lehrt. Dass Muskelfäden in feinere und feinste zylindrische Filamente sich annähernd zerklüften können, geben wir gerne zu. (Letztere hat *Koelliker* kürzlich mit der Benennung der »Muskelsäulchen« und *Krause* mit derjenigen der »Muskelkästchenreihen« versehen wollen.) — 3) *Welcker* zählte für eine Fläche von 0,0025 □mm im Mittel 250 derselben. Man vergl. hierzu noch *W. Engelmann* a. a. O.

§ 167.

Eine besondere Modifikation des querstreifigen Muskelgewebes bilden verzweigte und oft netzartig verbundene Fäden [1]. Häufige Vorkommnisse bei niederen Geschöpfen, beschränken sie sich nach dem jetzigen Wissen im Säugethier- und Menschenkörper auf wenige Stellen.

In der Zunge des Frosches hatte man schon seit Jahren derartige Muskelfasern mit unter spitzen Winkeln mehrfach sich wiederholenden Theilungen getroffen. In dem gleichen Organ des Menschen haben sie später *Biesiadecky* und *Herzig*, sowie *Rippmann* [2]) gefunden, nachdem man sie vorher bei einigen Säugethieren bemerkt hatte. Auch die Lippen und Schnauzen mancher dieser Geschöpfe führen solche Varietäten unseres Gewebes.

Dagegen zeigt eine spitzwinklige Theilung der Fäden, welche zur Bildung von Anastomosen und einem engmaschigen Muskelnetzwerk führt, die Muskulatur des Herzens bei Mensch und Wirbelthier.



Fig. 287. Herzmuskelfäden nach *Schweigger-Seidel*. Rechts erscheinen Zellengrenzen und Kerne.

Die Muskelfäden dieses Organs (Fig. 287.) sind schmäler als anderwärts; ebenso an kleinen Fettmolekülen reicher. Die Hülle selbst erscheint weniger deutlich als an andern quergestreiften Fasern oder fehlt ganz [3]). Endlich treten die Querstreifen stark hervor, und die Neigung zu fibrillärem Zerfall ist eine bedeutende.

Die Verbindung benachbarter Muskelfäden erfolgt durch in der Regel kurze und meistens schmälere Aeste [4]).

Die verzweigten Muskelelemente des Herzens sollten nach den Versicherungen *Koelliker*'s je einer umgewandelten sternförmigen Zelle und das Ganze einem Zellennetzwerk entsprechen. Hiergegen hat sich *Weismann* [5]) nach seinen Untersuchungen erklärt. Die Muskelbalken bestehen nach ihm (und hiervon überzeugt man sich leicht) bei Fischen und Amphibien aus Zusammenlagerungen einfacher verlängerter spindelförmiger, zuweilen verästelter Zellen, ebenso bei den Embryonen der höheren Vertebraten.

Sie gehen dagegen bei letzteren später innigere Vereinigungen zur gemeinschaftlichen Balkensubstanz ein. Doch gelingt es auch hier noch, die einzelnen Zellengrenzen künstlich sichtbar zu machen [*Aeby*, *Eberth*, *Schweigger-Seidel* [6])].

Nur als seltenes, ausnahmsweises Vorkommniss erscheinen getheilte Fäden in den übrigen quergestreiften Muskeln des Körpers.

Anmerkung: 1) Die netzförmige Verbindung quergestreifter Muskeln wurde vor längerer Zeit wohl zuerst durch *Leuckart* und mich (*Wagner*'s Zootomie Bd. 2, S. 62 u. 212. Leipzig 1847) für Arthropoden beschrieben, und später als ein bei wirbellosen Thieren sehr

verbreitetes Strukturverhältniss erkannt. Im Herzen fand sie im Jahre 1849 *Koelliker* wieder auf (nachdem sie schon *Leeuwenhoek* gesehen hatte). Man vergl. Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 1, S. 215; ebenso *Donders'* Physiologie, deutsche Uebersetzung. Leipzig 1856, S. 23. Ueber die Muskeln der Froschzunge genüge es hier auf *Koelliker's* Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 1, S. 210 und auf einen Aufsatz von *Billroth* in *Müller's* Archiv 1858 zu verweisen. — 2) Man vergl. *Biesiadecky* und *Herzig* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 33, S. 146; *Rippmann* in *Henle's* und *Pfeufer's* Zeitschrift 3. R. Bd. 14, S. 200. — 3) Bis zur Stunde streitet man noch über Vorkommen oder Fehlen jenes Sarkolemma. Unter den neuesten Autoren läugnet es *Eberth* (*Virchow's* Archiv Bd. 37, S. 119), während für seine Existenz *Winkler* abermals in die Schanze tritt (*Reichert's* und *Du Bois-Reymond's* Archiv 1867, S. 221). — 4) Auch die Lymphherzen der Wirbelthiere zeigen eine ähnliche Muskelstruktur. — 5) S. dessen Aufsatz in *Reichert's* und *Du Bois-Reymond's* Arch. 1861, S. 41. — 6) *Aeby* in *Henle's* und *Pfeufer's* Zeitschr. 3. R. Bd. 17, S. 195, *Koelliker* in der 5. Aufl. seiner Gewebelehre S. 579, *Eberth* in *Virchow's* Arch. Bd. 37, S. 100 und *Schweigger-Seidel* in *Stricker's* Histologie S. 178. — In Betreff der *Eberth'*schen Beobachtungen stehen wir nicht an, nach eigenen Nachprüfungen unsere theilweise Zustimmung zu erklären. Dass aber manchfache Verschmelzungen jener quergestreifigen Muskelzellen zu Fasern vorkommen, kann nicht geläugnet werden und die *Eberth'*schen Zeichnungen liefern hierfür den besten Beweis.

§ 168.

Die quergestreiften Muskelfäden mit Ausnahme derjenigen des Herzens sind in paralleler Anordnung und durch ihre Berührung prismatisch erscheinend (Fig. 288. *a*) nach der Längsrichtung eines Muskels nebeneinander gelagert. Zwischen

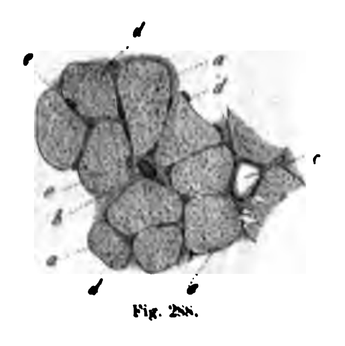


Fig. 288.

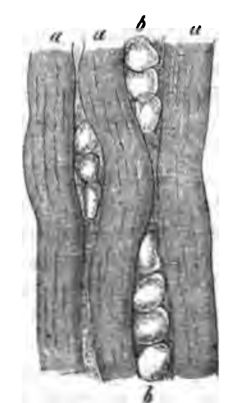


Fig. 289. Von Fettzellen durchwachsener menschlicher Muskel. *a* Muskulöse Fäden; *b* Reihen der Fettzellen.

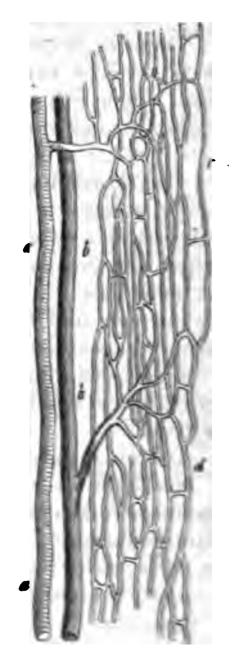


Fig. 290. Gefässnetz eines quergestreiften Muskels. *a* Arterielles Gefäss; *b* venösen; *c. d* das Kapillarnetz.

ihnen trifft man nur in geringer Mächtigkeit eine zarte bindegewebige Zwischensubstanz, in welcher die den Faden ernährenden Haargefässe (*d*), ebenso dessen Nerven verlaufen.

Eine Anzahl der Muskelfäden verbindet sich zu einem Bündel, dessen Dicke wechselnd von 0.5—1mm ausfällt, und welcher durch eine stärkere bindegewebige Masse von benachbarten Bündeln getrennt wird. Primäre derartige Bündel vereinigen sich mit einander zu sekundären, welche eine sehr wechselnde Mächtigkeit erkennen lassen [1].

Man bezeichnet die bindegewebige Hüllen- und Verbindungsmasse des Muskels mit dem Namen des Perimysium, und unterscheidet ein äusseres, das ganze Gebilde umgebendes als *Perimysium externum* von seinen Fortsetzungen nach innen zwischen die Muskelmasse, dem *P. internum*.

In der bindegewebigen Zwischensubstanz des Muskels kann man Fettzellen

(*c*) antreffen, welche bei sehr fetten Körpern, sowie längere Zeit nicht gebrauchten Muskeln zahlreicher werden, dann an Seitenansichten in Längsreihen hintereinander liegen (Fig. 289. *b*), und die Leistungsfähigkeit des Muskelfadens beeinträchtigen.

Auch die Bänder der glatten Muskeln, wenngleich sie im Leibe des Menschen niemals jene massenhaften Muskeln darstellen, wie die erstere Formation, sind an vielen Stellen, wo sie gedrängter und reichlicher beisammen liegen, in ähnlicher Art zu Bündeln zusammengesetzt. — Andererseits erscheinen kontraktile Faserzellen in geringer Ansammlung häufig genug im Körper, verborgen und verdeckt von einem Ueberschuss des Bindegewebes, so dass sie aus letzterem erst mühsam herausgefunden sein wollen. Man kann somit reine und gemischte glatte Muskulatur unterscheiden (*Koelliker*).

Der Gefässreichthum eines Muskels ist sehr beträchtlich, und die Anordnung (Fig. 290) eine bezeichnende. Die arteriellen Röhren treten in den Muskel ein (*a*), gelangen dann mit kurzen Querzweigen an die Fäden, um sich hier zu einem zierlichen Kapillarnetze aufzulösen (*c. d*), dessen Längsröhren zwischen den Muskelfasern verlaufen, und in längeren Abständen durch kurze Querzweige sich verbinden. Es entsteht so ein gestrecktes Haargefässnetz, in dessen Innerm der Muskelfaden liegt. In die Fleischmasse des letzteren gelangt kein Haargefäss mehr. Die venösen Gefässchen (*b*) laufen im Uebrigen den entsprechenden arteriellen Stämmchen ganz ähnlich.

Die Nerven der Muskeln kommen im nächsten Abschnitt zur Sprache.

Anmerkung: 1) Da wo der Muskelfaden den Namen des Primitivbündels trägt, ändert sich die Bezeichnung der Bündel.

§ 169.

Die Muskeln verbinden sich bekanntlich sehr fest mit ihren Sehnen und zwar entweder so, dass das Sehnengewebe in seinem Faserverlaufe nur die unmittelbare Verlängerung der Muskelfäden darstellt, oder die Insertion der letzteren an die Sehnenmasse unter schiefen Winkeln geschieht.

In beiden Fällen verhalten sich aber die Texturverhältnisse wesentlich gleich. Doch konnte man lange Zeit hindurch bei dem Mangel passender Methoden hier zu keinem entscheidenden Ergebniss gelangen [1].

Bei geradlinigem Ansatz der Sehne erschien nämlich keine scharfe Grenze zwischen Fleisch- und bindegewebiger Fasermasse, so dass für den unbefangenen Beobachter das Bild eines unmittelbaren Uebergangs beiderlei Gewebe entstehen musste (Fig. 291). Dagegen sah man bei schiefem Ansatze der Fleischfaser an die Sehne ein ganz anderes Verhalten, ein plötzliches Abbrechen jener, so dass man an eine Verklebung beider Gewebe hier dachte [*Koelliker* [2]].

Mit Hülfe einer starken Kalilauge gelang es dagegen *Weismann* [3]) überall jenes scharfe Absetzen des Muskelfadens gegen das Sehnengewebe auf das Deutlichste darzuthun. Derselbe (Fig. 292), vom Sarkolemma auch hier überzogen (*b*), endigt abgerundet (*a. b*), zugespitzt, schief abgestutzt und dergleichen mehr. Mit dem Sehnenbündel (*c. d*) ist er an dieser Stelle nur, aber in sehr fester Weise, verkittet. Auch andere Mazerationsmittel ergeben ein gleiches Resultat, und schon ein Einlegen in Glycerin (*Biesiadecky* und *Herzig*) kann zum Ziel führen.

Es reiht sich hier die wichtige Frage nach der Länge der kontraktilen Fäden in einem Muskel an.

Durchlaufen sie denselben in seiner ganzen Ausdehnung oder enden sie frühzeitiger?

Früher ertheilte man einem jeden Muskelfaden die Länge seines Muskels. In neuerer Zeit machte *Rollett* [4]) die interessante Entdeckung, dass einzelne unserer Fäden nicht die ganze Länge des Muskels durchlaufen müssen, um gegen ein Seh-

nenbündel zu endigen, dass vielmehr mitten in dem Muskel ein Aufhören des stark zugespitzten Fadens vorkommen kann (Fig. 277. 6). An sein Ende setzt sich, gewissermassen die Rolle des Sehnenbündels übernehmend, interstitielles Bindegewebe an. Diese Angaben wurden dann von *E. H. Weber*[5]), *Biesiadecky* und *Herzig*[6]), *Aeby*[7]) und *Krause*[8]) bestätigt, und dabei noch abgerundete und zipflige Endigungsweisen getroffen. Ebenso überzeugte man sich dabei, dass auch das andere entgegengesetzte Ende des Muskelfadens in ähnlicher Weise auslaufen kann. *Krause* nimmt an, dass kein Muskelfaden überhaupt länger als 4 Cm. sei, und dass diejenigen, welche scheinbar grössere Länge darbieten, aus zwei mit einander verklebten spindelförmigen Elementen bestehen (?). Weitere Beobachtungen scheinen hier erforderlich. Bei kurzen Muskeln dürften die Fäden in der Regel die ganze Länge durchlaufen; auch an den längeren der Frösche kann man sich hiervon überzeugen [*Koelliker*[9]), *Weismann*[10]), *Kühne*[11])].



Fig. 291. Zwei Muskelfäden (*a*) mit dem scheinbaren Uebergange in die Bindegewebebündel des Sehnengewebes (*b*).

Fig. 292. Zwei Muskelfäden (*a. b*) nach Behandlung mit Kalilauge. Der eine noch in Verbindung mit dem Sehnenbündel (*c*), der andere von demselben (*d*) abgelöst.

Anmerkung: 1) Die früheren üblichen Anschauungen lassen sich in zwei Gruppen zertheilen. Die Einen, *Ehrenberg*, *Reichert*, *Koelliker*, *Leydig*, *A. Fick* (*Müller*'s Archiv 1856, S. 425) nahmen den kontinuirlichen Uebergang der Fleischmasse in das Sehnenbündel an, während die Andern (*Valentin*, *Bruns*, *Gerlach*) sich die Sache so vorstellten, dass der mit abgerundetem Ende abgegrenzte Muskelfaden von den Sehnenfasern äusserlich in einer Weise umgeben werde, wie ein Finger von den um ihn gelegten Fingerspitzen der anderen Hand. — 2) Mikrosk. Anatomie Bd. 2, Abth. 1, S. 219. — 3) Vergl. dessen Aufsatz in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R. Bd. 12, S. 126. Manche wollen auch jetzt noch das leicht zu konstatirende Verhältniss nicht zugeben; so z. B. *Wagener* (*Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1863, S. 224, *Schönn* a. a. O. S. 8). — 4) Wiener Sitzungsberichte Bd. 24, S. 176. — 5) Man vergl. die zweite Auflage der *Funke*'schen Physiologie Bd. 1, S. 649. — 6) Wiener Sitzungsberichte Bd. 30, S. 73 (*Herzig*) u. Bd. 33, S. 146. — 7) *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R. Bd. 14, S. 182. — 8) In *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R. Bd. 20, S. 1, sowie in dessen Schrift: die motorischen Endplatten S. 2. — 9) Gewebelehre, 5. Aufl., S. 159. — 10) a. a. O. (Bd. 10, S. 269). — 11) S. dessen Monographie über die peripherischen Endorgane der motorischen Nerven. Leipzig 1862.

§ 170.

Die chemische Untersuchung des Muskelgewebes[1]) hätte die wesentlichen Bestandtheile desselben, die quergestreiften Fäden und kontraktilen Zellen von den unwesentlichen, wie Bindegewebe, Gefässen und Nerven, zu trennen. Ebenso würde jene nachzuweisen haben, welche organische und anorganische Substanzen Faden und Zellen bildeten, und wie sie sich auf Kern, Hülle und Inhalt vertheilten. Endlich wäre die den Muskel durchtränkende Flüssigkeit zu erforschen mit ihren Ernährungsstoffen, sowie den Zersetzungsprodukten, welche der energische Umsatz der Muskulatur herbeiführt.

Diesen Anforderungen der Physiologie kann die Zoochemie des heutigen Tages noch nicht genügen. Immerhin gehört aber das Muskelgewebe zu den in chemischer Hinsicht am meisten ausgebeuteten. Schon im Jahre 1847 trat *Liebig* [2]) mit einer epochemachenden Arbeit hervor. In neuerer Zeit hat dann *Kühne* [3]) unser Wissen durch eine schöne (am Froschmuskel angestellte) Untersuchung wesentlich gefördert.

Aus dem schon früher erwähnten mikrochemischen Verhalten heben wir hervor, dass mit bestimmten Reaktionen die Massen der *Sarcous elements*, des Längs- und Querbindemittels als drei verschiedene Stoffe zu erkennen sind. Wir haben dann noch den in Essigsäure unlöslichen Kern, ferner die dunkle *Krause*'sche Querscheibe (gleichfalls resistenterer Natur) und endlich das Sarkolemma mit seinem, dem elastischen Gewebe näher kommenden Verhalten (doch grösserer Löslichkeit in Alkalien) hinzuzufügen. Es müssen also hier höchst beträchtliche Gemenge zur Untersuchung kommen.

Das spezifische Gewicht des quergestreiften Muskels wird zwischen 1,055 (*C. Krause*) und 1,041 (*W. Krause* und *Fischer*), sein Wassergehalt zwischen 78 und 72% angegeben [5]). Dieses Wasser gehört einmal dem Gewebe der Fäden, dann den anderen zwischen letzteren eingesprengten Formbestandtheilen, endlich der das Ganze durchtränkenden Ernährungsflüssigkeit an. Die Menge der letzteren kennen wir aber noch nicht [6]). Man nennt diese beim lebenden Gewebe Muskelplasma. Nach Art der plasmatischen Flüssigkeit des Blutes verliert sie beim Absterben des Muskels durch »spontane« Gerinnung, wie man sich ausdrückt, einen Eiweisskörper, und wird zum Muskelserum (*Kühne*).

Die Flüssigkeit des lebenden Muskels reagirt deutlich alkalisch [*Du Bois-Reymond* [7])], die des abgestorbenen, todtenstarren sauer [*Liebig* [8])].

Von den festen, einige 20% betragenden Bestandtheilen des Muskelgewebes haben wir zunächst eine wechselnde Menge leimgebender Substanz, welche dem zugemengten Bindegewebe angehört, abzuziehen. (Man gewinnt 0,6 bis gegen 2% Glutin aus dem frischen Muskel.)

Dann enthält mit ungefähr 15—18% das frische Gewebe eine Reihe theils löslicher, theils unlöslicher Eiweisskörper, welche man noch nicht genügend kennt. Es sind einmal Bestandtheile des Muskelplasma und Serum, dann der Fleischfaser. Die löslichen zeichnen sich zum Theil durch ihre Gerinnungsfähigkeit bei niederen Temperaturgraden (35—50° C.) aus, eine Eigenschaft, welche wir nur bei denjenigen kontraktiler Substanzen des Organismus antreffen.

Aus dem Froschmuskel hat *Kühne* den spontan gerinnenden Eiweisskörper des Plasma erhalten und Myosin (§ 12) genannt. Seine Koagulation verleiht dem Muskelfaden die trübere Beschaffenheit bei der Todtenstarre. Das Myosingerinnsel ist im Uebrigen unlöslich in Wasser, löslich dagegen in Kochsalzsolutionen, welche unter 10% ClNa enthalten; ebenso in verdünnten Säuren und Alkalien.

Aus dem Muskelserum gewinnt man ferner nach jenem Beobachter noch drei andere lösliche Albuminstoffe, nämlich ein sogenanntes Kalialbuminat [9]), eine andere Substanz, welche bei 45° C., und eine dritte, die erst bei 75° gerinnt.

Behandelt man dagegen den Muskel mit einer sehr verdünnten Salzsäure (1 : 1000), so erhält man aus seinen Albuminatkörpern eine andere Modifikation der Eiweissgruppe, das schon (S. 17) erwähnte Syntonin. Man hat früher jenen Körper (welcher übrigens auch aus anderen Eiweissstoffen bei gleicher Behandlung zu gewinnen ist, und physiologisch wohl auch durch den sauren Magensaft beim Verdauungsprozess gebildet wird) Muskelfibrin genannt, bis *Liebig* die Verschiedenheit nachwies.

Die Menge dieses sogenannten Syntonin fällt im Uebrigen für die Muskeln verschiedener Thiere sehr ungleich aus (*Liebig*); und in der That lehrt die mikroskopische Kontrolle des in Lösung begriffenen Muskelfadens, dass wir es hier

nicht mit einem einfachen Körper, sondern mit einem Gemenge mehrerer und zwar dreierlei Substanzen zu thun haben, dem Längsbindemittel, das zuerst der lösenden Wirkung der Chlorwasserstoffsäure anheimfällt, den Fleischtheilchen und der queren Kittsubstanz, welche beide sich ebenfalls nicht gleichzeitig lösen dürfen. Daneben bleibt noch im Sarkolemma ein schleimiger, körniger Rückstand mit Fettmolekeln zurück.

Sarkolemma und Kerne betheiligen sich an dem sogenannten Syntonin nicht. Ersteres liefert keinen Leim (*Scherer*, *Koelliker*), sondern besteht aus einer der elastischen Substanz nahekommenden, allerdings weniger widerstandsfähigen Masse; letztere resistiren verdünnter Salzsäure tagelang auf das Hartnäckigste (Fig. 277. 5. *a. b*), unterliegen dagegen ziemlich rasch starken alkalischen Laugen.

Wie alle Gewebe enthält ferner der Muskel Fette, aber in der allerwechselndsten Menge. Ein Theil dieser Substanzen ist den Nerven und Fettzellen des Fleisches zuzuschreiben, andere gehören dem Faden selbst an.

Durch Auspressen und Auslaugen kann man dem abgestorbenen Säugethiermuskel etwa 6% in kaltem Wasser löslicher Bestandtheile entziehen. Dieselben sind sehr manchfacher Natur und von hohem chemischem wie physiologischem Interesse. In dem so erhaltenen Auszuge, einer trüblichen, gerötheten und stark sauer reagirenden Flüssigkeit, trifft man einmal eine nicht unbeträchtliche Menge löslicher Eiweisstoffe, welche für das frische Muskelgewebe 2—3% beträgt.

Wir erhalten auf diesem Wege zugleich in Lösung den rothen Farbestoff des Muskelfadens, welcher dem Blutfarbestoff identisch ist [*Kühne*[10]] und jenen während des Lebens durchtränkt. Die Färbung des Muskelgewebes ist bei quergestreifter Faser eine intensivere als bei kontraktilen Zellen, ebenso nur bei den höheren Wirbelthieren überhaupt lebhafter vorhanden, während bei niederen Vertebraten das Fleisch in der Regel entweder nur sehr schwach geröthet oder auch ganz blass erscheint.

Daneben enthält die Muskelflüssigkeit, wie zuerst *Liebig* uns gelehrt hat, eine Reihe wichtiger Zersetzungsprodukte, welche früheren Forschern mit als Extraktivstoffe[11] galten. Darunter erscheinen zunächst mehrere stickstoffhaltige Körper: nämlich das Kreatin (S. 45), dessen Menge im Allgemeinen gering ist und nach einer verbreiteten Annahme im Herzen noch am bedeutendsten ausfällt, bei verschiedenen Thierspezies wechselnd sich gestaltet, grösser bei mageren Geschöpfen als bei fetten; ebenso durch den Gebrauch des Muskels gesteigert wird. 100 Theile frische menschliche Muskulatur enthalten 0,06 Kreatin nach *Schlossberger* (beim Pferde 0,07 nach *Liebig*), während das Herz 0,14% dieser Base ergibt. Dann erscheint möglicherweise, aber noch in geringerer Menge, das nahe verwandte Kreatinin (S. 46); (doch ist nach *Neubauer*'s[12] Untersuchungen sein Vorkommen sehr zweifelhaft); ebenso das Hypoxanthin (S. 43). Das frische Ochsenfleisch enthält nach *Strecker*[13] nur 0,022% des letzteren Stoffes. Hierzu soll nach *Scherer* und *Staedeler*[14] als vierter derartiger Körper im Fleische der Säugethiere das Xanthin (S. 44) kommen. Als ein neuer Körper dieser Reihe ist das von *Weidel* im *Liebig*'schen Fleischextrakte entdeckte Carnin zu erwähnen[15]. Der Harnstoff fehlt in der Regel dem menschlichen Muskel[16], ebenso Leucin und Tyrosin; dagegen enthalten die Muskeln zweizölliger Schweinsembryone neben Kreatin eine mässige Menge Leucin.

Auch eine falsche Zuckerart, der Inosit (S. 33) ist dem Muskelgewebe zukommend. Man hat ihn bisher nur in der Herzmuskulatur angetroffen. Nach *Valentiner*[17] erscheint er in der Muskulatur der Säufer als abnormer Bestandtheil. In Hundemuskeln fand ihn *Staedeler*[18]. Das Vorkommen einer besonderen Zuckerart, des Muskelzuckers, in dem Fleisch der vier Wirbelthierklassen ist von *Meissner*[19] gezeigt worden. Doch ist die Reindarstellung noch nicht gelungen. In interessanter Weise enthält der embryonale Muskelfaden, aber auch die kon-

traktile Faserzelle, Glykogen [*Rouget*, *Bernard* und *Kühne* [20]]. Indessen auch später scheint letztere Substanz regelmässig im Muskel vorzukommen (*O. Nasse* [21]). Da überdies die Muskeln pflanzenfressender Säugethiere Dextrin [22] enthalten, ist das Vorkommen jenes Muskelzuckers leicht erklärlich.

Nicht minder beträchtlich ist die Reihe organischer Säuren. Als Ursache der sauren Reaktion des todten Muskels erscheint in nicht unbeträchtlicher Menge (0,6—0,7% betragend), die Fleischmilchsäure (S. 35). Man glaubte sie früher nach dem Vorgange *Liebig*'s als Bestandtheil eines jeden lebenden Muskels betrachten zu müssen. *Du Bois-Reymond* [23]) belehrte uns später, dass das Plasma des ruhenden oder mässig gebrauchten Muskels eine neutrale oder schwach alkalische Reaktion besitzt, und nur nach übermässigen Anstrengungen jenes eine sauere. Dagegen nimmt nach dem Tode des Muskels, welchen der Eintritt der Todtenstarre beurkundet, seine Parenchymflüssigkeit die schon erwähnte saure, mit Gegenwart freier Milchsäure zusammenfallende Reaktion schnell an. Aus welchem Bestandtheile des Muskels jene Säure entsteht, diese Frage können wir zur Zeit noch nicht mit Sicherheit beantworten.

Dazu kommt, aber nur in geringer Menge, nach *Liebig* die noch wenig gekannte Inosinsäure (S. 37), welche indessen *Schlossberger* [24]) im Menschenfleisch nicht auffinden konnte. Ferner enthält an flüchtigen Fettsäuren der Muskelsaft Buttersäure, Essigsäure, und Ameisensäure. Harnsäure traf *Liebig* nur einmal [25]).

Sehr eigenthümlich sind endlich die Mineralbestandtheile [26]) des Muskels (des Gewebes und der durchtränkenden Flüssigkeit). Man bemerkt zwar die im Blutplasma vorkommenden Verbindungen, aber in ganz anderen Proportionen. Während in letzterem die Natronverbindungen vorwiegen, zeigt der Muskel einen Ueberschuss des Kali bei einer höchst bedeutenden Armuth an Natron. Ebenso sind im Muskel im Gegensatze zu dem Blutplasma die phosphorsauren Salze bei weitem überwiegend über die Chlorverbindungen, so dass der grösste Theil der Phosphorsäure an Kali gebunden ist, und die Menge des Kochsalzes nur höchst unbedeutend ausfällt. Endlich ist unter den Verbindungen der Phosphorsäure mit Erden das Magnesiaphosphat an Menge das entsprechende Kalksalz übertreffend. Daneben enthält das Fleisch noch eine geringe Menge von Eisen. Auffallend ist die Abwesenheit schwefelsaurer Salze.

Wenn man die Frage aufwirft, wo, im Muskelfaden oder in seiner Ernährungsflüssigkeit, hat man sich diese Mineralbestandtheile vorzustellen, so ist zu bemerken, dass die Menge der in Wasser löslichen Salze des Fleisches eine sehr beträchtliche ist. Erstere machen nach *Chevreul* 81, nach *Keller* 82,2% der Gesammtasche aus, während die Quantitäten des phosphorsauren Kalkes 5,77 und des Magnesiaphosphates 12,23% betragen. Selbstverständlich wird von den Kaliverbindungen ein verhältnissmässig grösserer Theil in der Muskelflüssigkeit, als im Faden vorkommen müssen, während letzterer reicher an Erdphosphaten sich gestaltet.

Endlich enthält der lebende Muskel an Gasen Kohlensäure und Oxygen [27]). Letzteres wird von ihm, so lange er lebendig ist, absorbirt, während Kohlensäure auch ohne alle Blutzufuhr als Zersetzungsprodukt gebildet wird. Die Menge der letzteren steigt im Uebrigen mit dem Gebrauch des Muskels, so dass unser Gewebe wohl eine der wichtigsten Quellen dieses Endproduktes des Stoffwechsels darstellt.

Die glatten Muskeln [28]) mit der kontraktilen Masse ihres Zellenkörpers und dem Kerne bieten geringere Komplikation dar als die quergestreifte Faser, erscheinen jedoch wegen ihres weniger massenhaften Vorkommens als ungeeignetere Objekte einer chemischen Untersuchung. Ihre Mischung scheint übrigens ähnlich derjenigen der quergestreiften Muskulatur zu sein. Man hat aus ihnen natürlich Syntonin erhalten (*Lehmann*). In dem Muskelsafte fanden sich Eiweisskörper,

Kreatin, Hypoxanthin, Milch-, Essig-, Ameisen- und Buttersäure. Auch hier überwiegen die Kaliverbindungen.

Anmerkung: 1) Man vergl. die Lehrbücher der physiologischen und Gewebechemie von *Mulder*, *Lehmann* (Handbuch, 2. Aufl., S. 313), *Schlossberger* (Abth. 2, S. 149), *Gorup* (S. 610) und *Kühne* (S. 270). Die mikrochemischen Verhältnisse finden sich ebendaselbst behandelt, sowie in den Dissertationen von *Paulsen* und *Reiser*. — 2) Annalen, Bd. 62, S. 257. — 3) Untersuchungen über das Protoplasma, S. 1. — 4) *Liebig*, *Lehmann*, *Schlossberger*, l. l. c. c. — 5) *Bibra* (Archiv für physiolog. Heilkunde 1845, S. 536) gibt für den Menschen nur 72—74% Wasser an gegenüber der gewöhnlichen Annahme von 77—78. — 6) Interessant ist die Beobachtung, dass in Wasser gelegte Muskelmassen nach einigen Stunden noch eine namhafte Quantität Flüssigkeit imbibiren (*Oesterlen* im Archiv für physiolog. Heilkunde 1842, S. 185 und *Schlossberger*, Gewebechemie S. 170), so wie dass beim verdurstenden Thiere unter allen Körpertheilen die Muskulatur den stärksten Wasserverlust erfährt (*Falck* und *Scheffer*, Archiv für physiol. Heilkunde 1854, S. 522). — 7) Die literarischen Nachweise enthält die unten folgende Note 23. — 8) a. a. O. — 9) Man vergl. hierzu noch einen Aufsatz von *Rollett*, Wiener Sitzungsberichte Bd. 39, S. 547. — 10) *Virchow*'s Archiv Bd. 33, S. 79. Für die Zuverlässigkeit der *Welcker*'schen Blutanalyse mittelst der Farbeintensität (§ 65, Anmerk. 4) ist diese Identität des Muskel- und Blutfarbestoffes ein unangenehmer Umstand. — 11) *Helmholtz* (*Müller*'s Archiv 1845, S. 72) lehrte, dass der ruhende und angestrengte Froschmuskel andere Verhältnisse des Wasser- und Weingeistextrakts besitzt. — 12) In *Fresenius*, Zeitschrift für analyt. Chemie, 2. Jahrgang, S. 22. Ueber Kreatin und Kreatinin sind noch die nachfolgenden Arbeiten zu vergleichen: *Nawrocky* im Centralblatt 1865, S. 416 und 1866, S. 625; *Sczelkow* ebendaselbst 1866, S. 481; *Meissner* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R. Bd. 26, S. 225; *Voit* in der Zeitschr. für Biologie Bd. 4, S. 77. — 13) Annalen, Bd. 102, S. 137. — 14) *Scherer* in den Annalen Bd. 112, S. 275, *Staedeler* ebendaselbst Bd. 116, S. 102. Man vergl. dazu noch *A. Almén* in der Vierteljahrschr. d. naturf. Gesellsch. in Zürich, Bd. 6, S. 292. — 15) Vergl. § 29, Anm. 5. — 16) In der Klasse der Fische enthalten die Plagiostomen in der Muskulatur kolossale Harnstoffmengen (*Staedeler* und *Frerichs* in *Erdmann*'s Journal Bd. 73, S. 48 und Bd. 76, S. 58). — 17) In den Muskeln der Plagiostomen fanden *Frerichs* und *Staedeler* einen dem Inosit sehr ähnlichen Körper, den Scyllit (*Erdmann*'s Journal Bd. 73, S. 48). — 18) Annalen Bd. 116, S. 102. — 19) Nachrichten von der k. Gesellsch. der Wissensch. zu Göttingen, 1861, S. 206. Bestätigungen erfolgten später von *Winogradoff* (*Virchow*'s Archiv Bd. 24, S. 600) und *J. Ranke*, Tetanus, eine physiologische Studie. Leipzig 1865. — 20) Die betreffenden Angaben finden sich im zweiten Bande des *Journ. de la physiologie*; diejenigen *Rouget*'s p. 319 und die von *Bernard* und *Kühne* p. 333. Hierzu vergl. man noch die Note p. 39. *Rouget* nimmt übrigens nur diffus Glykogen im Axentheil des embryonalen Muskelfadens an. — 21) Vergl. Arch. für Physiol. 1868, S. 97. — 22) Es wurde von *Limpricht*, aber nicht regelmässig, im Fleisch der Pferde gefunden (Annalen Bd. 133, S. 292). Frühere Angaben rühren von *Sanson* und *Bernard* her (*Comptes rendus Tome* 44, *p.* 1323 und 25; *Pelouze* (*p.* 1321). — 23) *De fibrae muscularis reactione ut chemicis visa est acida. Berolini* 1859 und Monatsberichte der Berliner Akademie 1859, S. 288. — *Liebig* hatte im Uebrigen schon 1851 Aehnliches angegeben in der 3. Aufl. seiner chemischen Briefe. Man s. noch Annalen Bd. 111, S. 357. *Du Bois-Reymond* hat dann die Priorität des Fundes für sich in Anspruch genommen in *Reichert*'s und seinem Archiv 1859, S. 849. — 24) Annalen, Bd. 66, S. 82. Man s. noch *A. Creite* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 36, S. 195. — 25) Ebendaselbst Bd. 62, S. 368 (die Thierart ist nicht erwähnt). — 26) *Liebig* a. a. O., sowie *Weber* in *Poggendorff*'s Annalen Bd. 76, S. 372 und *Keller* in den Annalen Bd. 70, S. 91. — 27) Man vergl. die Arbeit des jüngeren *Liebig* in *Müller*'s Archiv 1850, S. 393. — 28) *Lehmann*'s physiol. Chemie Bd. 3, S. 55; *Siegmund* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 3, S. 50. Für die Muskeln der Mollusken werden Kreatin, Kreatinin, Taurin und saures phosphorsaures Kali angegeben (*Valenciennes* und *Frémy* in dem *Journ. de Pharm. et de Chim. 3ème Série, Tome* 28, *p.* 401).

§ 171.

Aus den physiologischen und physikalischen Verhältnissen des Gewebes möge hier nur Einiges eine Erwähnung finden.

Der ruhende lebende Muskel zeigt eine bedeutende Dehnbarkeit, um, sobald die dehnende Kraft aufhört, wieder zur alten Länge fast vollständig zurückzukehren; er hat eine geringe, aber sehr vollkommene Elastizität. Der thätige Faden ist noch dehnbarer, d. h. seine Elastizität hat eine Verminderung erfahren. Die abgestorbene Muskelfaser besitzt eine viel geringere Ausdehnungsfähigkeit, und die Rückkehr zur alten Länge findet nicht mehr statt [1].

Das lebende Gebilde hat elektromotorische Eigenschaften, bietet den sogenannten Muskelstrom dar, um dessen Studium in neuerer Zeit sich namentlich *Du Bois-Reymond*[2]) grosse Verdienste erworben hat. Auf seine Verschiedenheiten im ruhenden und thätigen Zustande kann hier nicht eingetreten werden. Der todte Muskel hat die elektromotorische Fähigkeit eingebüsst.

Die wichtigste Eigenschaft der lebendigen Muskelfaser jedoch, auch des glatten Elements, ist bekanntlich diejenige, dass sie sich auf Anregung der in ihr endenden motorischen Nerven zusammenzieht, an Länge ab- und im Querschnitte zunimmt. Ueber die Natur dieser Eigenschaft, ob die Muskelfaser an sich selbst reizbar sei oder nur durch das Medium der an ihr zur Endigung kommenden Nervenfasern, spinnt sich ein langjähriger Streit durch die Physiologie fort.

Die Art der Kontraktion fällt nach den histologischen Elementen verschieden aus. Bei quergestreiften Fäden sehen wir mit der den Nerven treffenden Reizeinwirkung fast in demselben Momente die Zusammenziehung beginnen, und bei Nachlass der ersteren sehr rasch die Erschlaffung zurückkehren. Umgekehrt bemerken wir in glattem Gewebe die Kontraktion erst nach merklicher Zeit sich einstellen, und die Reizeinwirkung überdauern, um allmählich den Zustand der Ruhe wieder zu gewinnen. Es klingt dieses in der Bewegung ganzer Thiergruppen, ebenso in einzelnen Organen wieder, so in der mit quergestreiften Fasern versehenen Iris der Vögel gegenüber der glatte Elemente führenden von Säugethier und Mensch. Nur die quergestreifte Faser in ihrem raschen präzisen Arbeiten gehorcht bei uns dem Willenseinflusse.

Mikroskopisch sehen wir an dem geradlinig[3]) sich kontrahirenden Muskelfaden die Längsstreifen undeutlicher werden und schwinden, während die Querzeichnungen deutlicher hervortreten. Es würde natürlich von grösstem Werthe sein, sicher zu ermitteln, wie sich die Elementartheilchen der thätigen Faser hierbei verhalten, namentlich die dunklen Zonen gegenüber den hellen. Allerdings scheint es, als ob die ersteren einander näher rücken und die hellen Querstreifen an Höhe abnehmen. Indessen sind diese Texturverhältnisse an sich noch allzu misslich, als dass hieraus grosse Schlüsse zu ziehen wären. Doch halten wir eine relative Unveränderlichkeit der *Sarcous elements* gegenüber dem hellen, vorzugsweise kontraktilen Längsbindemittel nicht für unwahrscheinlich. Bei dem Muskel der Stubenfliege erscheint nach *Amici*'s Beobachtungen im Momente der Kontraktion eine Schiefstellung der länglichen Fleischtheilchen. Wir haben dieses ebenfalls gesehen.

Nach dem neuesten Beobachter, *W. Engelmann*[4]), ist dagegen der Sitz der verkürzenden Kräfte ausschliesslich die dunkle (anisotrope) Schicht; die helle (isotrope) Querzone ist entweder in geringerem Grade kontraktil oder wohl nur elastisch, gleich der dunklen *Krause*'schen Querscheibe. Während das Volumen des von zweien der letzten eingegrenzten Muskelfaches keine Abnahme erkennen lässt, wird im Zusammenziehungsakte die dunkle Querzone massenhafter, die helle weniger voluminös; erstere quillt, letztere schrumpft, so dass ein Flüssigkeitsübertritt stattfindet. Ferner wird hierbei erstere heller und weicher, letztere dunkler und fester.

Das Sarkolemma bei seiner Elastizität folgt dem Faden enge anliegend in seine Formänderungen nach. Dass seine transversalen Runzelungen nicht die Querlinien des Fadens bilden, ist eine abgethane Sache. Ueber die motorischen Nerven hat ein späterer Abschnitt zu handeln. — Bei weitem schwieriger ist es, die kontraktile Faserzelle der Muskulatur im Momente der Kontraktion zu beobachten. Nach *Heidenhain*[5]) wird (wenigstens bei wirbellosen Thieren) jenes Element ebenfalls gleichzeitig und gleichmässig in all seinen Theilen dicker bei entsprechender Längenabnahme[6]).

Ueber die mit dem Absterben der Muskeln verbundene Todtenstarre (*rigor mortis*), bei welcher, wie wir schon bemerkt haben, ein Eiweisskörper des Muskels

gerinnt, und die saure Reaktion des Gewebes auftritt, hat das Mikroskop keine Aufschlüsse gewährt.. Der todte Muskelfaden erscheint starrer, trüber, weniger durchsichtig als der lebende [7]).

Anmerkung: 1) Man vergl. hierüber *E. Weber*'s Artikel: »Muskelbewegung« im Handw. d. Phys. Bd. 3, Abth. 2, S. 100. Das Weitere ist Sache der Physiologie, so dass auf die Einwände *Volkmann*'s und *Wundt*'s hier nicht eingegangen werden kann. — 2) Untersuchungen über die thierische Elektrizität. 2 Bände, Berlin 1848, 49 und 60. *J. Ranke* (die Lebenserscheinungen der Nerven. Leipzig 1868, S. 175) hebt zur Erklärung der elektromotorischen Eigenschaften des Muskels die chemische Differenz seiner Gewebeelemente hervor. Die Muskelkerne reagiren stark sauer, sauer ist auch das Bindemittel; neutral oder alkalisch dagegen zeigen sich die Fleischprismen. Das Verhalten zu einer ammoniakalischen Karminlösung führt *Ranke* zu diesem Ausspruch. Der Nukleus thierischer Zellen überhaupt erscheint sauer, das Protoplasma neutral oder alkalisch. — 3) Die Zickzackbeugungen, welche der gereizte Muskelfaden unter dem Mikroskop zeigt, sind nicht Erscheinungen der Kontraktion, wofür man sie nach dem Vorgange von *Prevost* und *Dumas* allgemein genommen hatte, sondern der auf die Zusammenziehung folgenden Erschlaffung, bei welcher die Faser der Glasplatte aufliegend durch die Friktion der letzteren verhindert wird, in gestreckter Richtung sich zu verlängern. Man vergl. *Weber*'s Artikel S. 54. — 4) S. *Pflüger*'s Arch. Bd. 7, S. 155. Man vergl. dazu noch *Flögel* a. a. O. Abweichende Ergebnisse berichtet *Merkel* (Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 9, S. 293). — 5) Studien des physiol. Instituts zu Breslau. Erstes Heft. Leipzig 1861, S. 176. — 6) Nach unbedeutenden Notizen über die Gestaltveränderung der thätigen Faserzellen sah sie *Meissner* (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R. Bd. 2, S. 316). Dieselben, vom Säugethier genommen und in verdünntem Holzessig mazerirt, ergeben sich kürzer und gedrungener, und es erscheinen, jedoch nur auf einer Seite der breiten Fläche, zahlreiche Querrunzelungen, welche bei der Seitenansicht der Zelle ein sägeblattähnliches Ansehen verleihen. *Meissner* nahm das erwähnte Verhalten als ein für den Kontraktionszustand charakteristisches. *Heidenhain* sah nach dem Tode die kontraktilen Faserzellen des Säugethiers in Zickzackfalten gelegt, so dass sich also die Verhältnisse des quergestreiften Fadens hier wiederholen. Die absterbenden Muskeln des Blutegels boten mehrfache Formen peristaltischer, wellenartiger Bewegungen der Zelle dar. (Aehnliches hatte früher schon *Remak* (*Müller*'s Archiv 1843, S. 182) am absterbenden quergestreiften Elemente beschrieben.) Die im Text erwähnte typische Formveränderung hat der Verf. beim Blutegel gesehen und bei Naïs. — 7) Eigenthümliche Gerinnungen der kontraktilen Faserzelle schildert *Heidenhain* (a. a. O. S. 199), wozu auch *G. Helbig*, *Nonnulla de musculis laevibus. Vratislaviae* 1861. *Diss.* zu vergleichen ist.

§ 172.

Was die Entwicklung des Gewebes betrifft, so gehen die glatten Muskeln [1]) aus einer einfachen Umwandlung rundlicher, mit ebenso gestaltetem bläschenförmigen Kerne versehener Bildungszellen des mittleren Keimblatts hervor. Diese werden zu den kontraktilen Faserzellen durch Auswachsen nach zwei Seiten, indem die früher (S. 289) erwähnte stäbchenförmige Gestaltung des Nukleus dabei gleichzeitig angenommen wird. Fig. 273. *a. b* stellen zwei solche embryonale Zellen von der Magenwand eines zweizölligen Schweinsfötus dar.

Die quergestreifte Formation betreffend, so liess man lange Zeit hindurch nach dem Vorgange *Schwann*'s [2]) den Faden überall durch die Verschmelzung reihenweise geordneter Bildungszellen zu Stande kommen, deren vereinigte Membranen das Sarkolemma ergeben sollten, während die Kerne persistirten und die vereinigte Inhaltsmasse jener Zellen durch weitere Umformung zu der charakteristischen Fleischsubstanz sich gestaltete.

Diese Auffassungen sind, wie man gegenwärtig mit Sicherheit weiss, Irrthümer gewesen [3]). Der Muskelfaden, weit entfernt der Verschmelzung einer Zellenreihe seinen Ursprung zu verdanken, ist nichts anderes als eine einzige unter Kernvermehrung und Umformung des Inhaltes fadenartig ausgewachsene Zelle, welche bei der Länge der quergestreiften Muskeln allerdings zu riesenhaften Dimensionen gelangt ist. Schon im allgemeinen Theile wurde für die Froschlarve dieser Ent-

stehungsgeschichte, deren Entdeckung man *Lebert* und *Remak* verdankt, gedacht (S. 98).

Auch die Säugethiere und der Mensch zeigen Aehnliches. Hier ebenfalls gelingt es an jungen Embryonen, den wesentlich gleichen Bildungsgang unseres Gewebes zu beobachten.

So trifft man bei menschlichen Früchten aus der sechsten bis achten Woche als Elemente des werdenden Muskels an Händen und Füssen sehr schmale, vielfach nur 0,0025—0,0036^{mm} breite spindelförmige Zellen ohne Hülle, mit zartem Protoplasma und einem einzigen oder doppelten bläschenförmigen Kerne, welche eine Länge von 0,14—0,18^{mm} erreichen (*Koelliker*, *Frey*).

Dasselbe zeigen Säugethierembryonen auf entsprechender Bildungsstufe. Bei denen des Schafes von 7—9^{mm} Länge (Fig. 293) gewinnt man aus Diaphragma und Bauchmuskeln Spindelzellen, 0,28—0,38^{mm} lang und von einer Breite zwischen 0,0045—0,068^{mm} mit bläschenförmigen Kernen von 0,0077—0,0104^{mm}, und einer beginnenden Querstreifung in den mittleren Partieen (*a. b*). Die Zahl der Nuklei beträgt 2—4. Andere, welche weiter vorgeschritten, erlangen eine grössere Zahl der Kerne (*c*), und nehmen im Querdurchmesser bis auf das Doppelte und mehr zu (*d*). In der Regel bleibt an ihnen der Axentheil noch frei von Querstreifung und das frühere Protoplasma darbietend. An etwas älteren Thieren ist der Muskelfaden 0,0129—0,0156^{mm} dick und so lang, dass er nicht mehr in seinem ganzen Verlaufe isolirt werden kann, obgleich die Zuspitzung des einen Endes (*e*) oder eine hier vorkommende Abrundung (*f*) unschwer zu bemerken sind. Die Zahl der Nuklei wird eine immer grössere [4], und Theilungsprozesse kommen als eine gewöhnliche Erscheinung vor (*e. f. g*). Die Lage der Kerne ist bald eine mehr innere (*f. g. i*), bald periphersche (*h*). Die Axenpartie des Fadens [5] bleibt auch jetzt noch meistens von Querstreifung frei (*f. g. h*), während an seiner Peripherie die Längsspaltung zu erscheinen beginnt. Interessant ist die Neigung mancher derartiger Muskelfäden, bei Wassereinwirkung in dickeren Querscheiben auseinander zu brechen (*i*).



Fig. 293. Entwicklung der quergestreiften Muskelfäden von Schafembryonen. *a b* Sehr lange Spindelzellen mit zwei oder drei Nukleis und beginnender Querstreifung; *c d* Stücke etwas vorgerückterer Fäden mit zahlreicheren Kernen und stärkerem Quermesser; *e f g* noch mehr entwickelte Fäden mit Kernen in der Axe; *h* Kerne unter der Hülle; *i* ein Faden in stärkere Scheiben zerfallend.

Fötale Muskeln, wir bemerkten es schon früher, enthalten Glykogen. Anfänglich, ehe die Embryonalzellen die charakteristische Umwandlung zur Faser begonnen, fehlt nach den interessanten Beobachtungen von *Bernard* und *Kühne* jene Substanz noch gänzlich. Ist ein kernhaltiger glatter Faden vorhanden, so erscheint jener Stoff als körnige Masse zwischen der Nuklearformation (während *Rouget* nur ein diffuses Vorkommen desselben annimmt). Später, mit Entwicklung der Querstreifen und dem Auftreten der bezeichnenden Muskel-

struktur, ist der Faden mit Glykogen infiltrirt. Bis zur Geburt erhält sich dann letzteres, um beim Eintritt der Lungenathmung schnell zu verschwinden.

Wir haben bisher der Entstehung der strukturlosen Scheide, des Sarkolemma, noch mit keiner Sylbe gedacht. Während man in früheren Jahren, die Membran an der Bildungszelle stillschweigends voraussetzend, sehr allgemein die Scheide für die umgewandelte Zellenhülle erklärte, kann gegenwärtig, nachdem man sich von der Abwesenheit jener Haut an der Bildungszelle überzeugt hat, an einen derartigen Entstehungsgang nicht mehr gedacht werden. Und so sehen wir denn zur Zeit zwei andere Ansichten darüber vielfach verbreitet. Die Einen erklären das Sarkolemma als erhärtete Zellenausscheidung nach Art der sogenannten Kutikularbildungen, während die Andern (und auch wir huldigen dieser Annahme) in der strukturlosen Scheide eine dem Muskelfaden von aussen her aufgelagerte bindegewebige Bildung erkennen, welche den elastischen Grenzschichten mancher bindegewebiger Strukturen zu vergleichen wäre[6]). Dass, wie S. 301 lehrte, das Ende des Muskelfadens mit seinem Ueberzuge von dem Sehnenbündel leicht getrennt werden kann, scheint uns kein wesentlicher Einwurf. Sehen wir doch auch die elastischen Fasern von den Bindegewebebündeln sich abtrennen, und doch kommt beiden der gleiche Ursprung zu.

Die verzweigten Muskelelemente des Herzens sollten nach den Versicherungen *Koelliker*'s je einer umgewandelten sternförmigen Zelle und das Ganze einem Zellennetzwerk entsprechen. Hiergegen hat sich *Weismann*[7]) nach seinen Untersuchungen erklärt. Die Muskelbalken bestehen nach ihm (und hiervon überzeugt man sich leicht) bei Fischen und Amphibien aus Zusammenlagerungen einfacher verlängerter spindelförmiger, zuweilen verästelter Zellen, ebenso bei den Embryonen der höheren Vertebraten. Sie gehen dagegen bei den letzteren später innigere Vereinigungen zur gemeinschaftlichen Balkensubstanz ein. Doch gelingt es auch hier noch die einzelnen Zellengrenzen künstlich sichtbar zu machen.

Anmerkung: 1) S. *Koelliker* in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 1, S. 50; *Remak* in seinem Werk über Entwicklungsgeschichte; *Aeby* in *Reichert*'s u. *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1859, S. 675; *Moleschott* und *Piso Borme* (a. a. O. Bd. 9, S. 1); *Arnold*, das Gewebe der organischen Muskeln S. 12. Ueber pathologische Neubildung glatter Muskeln verweisen wir auf *Förster*'s und *Rindfleisch*'s Handbücher, auf das *Virchow*'sche Werk über Geschwülste, sowie *Arnold* in *Virchow*'s Archiv Bd. 39, S. 270. — 2) S. dessen Werk S. 156. — 3) Die Literatur über die Bildungsweise der Muskeln, namentlich des quergestreiften Fadens, ist gewaltig angeschwollen. Mit dem von uns im Texte nach eigenen Beobachtungen vertretenen Bildungsgänge stimmen überein: *Lebert* und *Remak* (vergl. S. 99, Anm. 2); *Koelliker* (Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 9, S. 139, Gewebelehre, 5. Aufl., S. 175); *M. Schultze* und *F. E. Schulze* (S. 99, Anm. 2); *Gastaldi* (Würzb. naturw. Zeitsch. Bd. 3, S. 6); *Zenker* (a. a. O. S. 47); *von Hessling* (Grundzüge der Gewebelehre. S. 121); *Eberth* (Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 2, S. 504). Nur theilweise ist *Weismann* (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R., Bd. 15, S. 60) dieser Meinung. Während er für die Rumpfmuskulatur des Menschen und Wirbelthiers die einzellige Natur des Fadens als möglich gelten lässt, sind nach ihm die Fäden der Arthropoden vielzelliger Beschaffenheit, ebenso die Elemente der Herzmuskulatur der Vertebraten. Wir kommen darauf zurück. — Abweichende Ansichten sind später durch eine Reihe anderer Forscher vertreten worden. Nach *Margó* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 36, S. 219 und in *Moleschott*'s Beiträgen Bd. 7, S. 165 und Denkschriften der Wiener Akademie Bd. 20, Abth. 2, S. 2) ist der Entwicklungsgang folgender: In einem kernhaltigen Blasteme entstehen anfangs die membranführenden Bildungszellen des Muskelfadens oder »Sarkoplasten«, rundliche, ovale, spindelförmige Elemente (0,0113—0,0056^{mm} mittlerer Breite). In diesen entwickelt sich hierauf die Fleischmasse. Der Sarkoplast wächst aber nicht in einen Muskelfaden aus, sondern eine Mehrzahl der Sarkoplasten in einfacher oder doppelter Reihe auch hier in schiefer dachziegelartiger Stellung verschmelzend bilden erst dieses Element des reifen Gewebes. Auch für die glatte Muskulatur statuirt der Verf. jene Bildungszellen. Ihre Elemente sind theilweise den einzelnen Sarkoplasten entsprechend, theils auch verschmolzenen der letzteren. Von *Wittich* (Königsberger mediz. Jahrbücher Bd. 3, Heft 1, S. 46) scheint ebenfalls die mehrzellige Natur des Muskelfadens anzunehmen. *E. Moritz* (Untersuchungen über die Entwicklung der quergestreiften Muskelfasern. Dorpat 1860, Diss.) statuirt die Verschmelzung reihenweise gelagerter, aber vorher spindelförmig ausgewachsener Zellen zum Element der will-

kührlichen Muskulatur. Ihm stimmt *Waldeyer* (*Virchow*'s Archiv Bd. 34, S. 508) bei. *Weismann* (a. a. O.) lässt die Muskelfäden der Arthropoden aus der Verschmelzung rundlicher gedrängter kernführender Zellen entstehen, so dass aus den vereinigten Zellenkörpern die Fleischmasse hervorgehe. *Leydig* (vom Bau des thierischen Körpers Bd. 1, S. 70) erklärt dazu auch den Faden der willkührlichen Muskulatur des Wirbelthiers für mehrzellig; ebenso *Schönn* (a. a. O.). *Deiters* (*Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1861, S. 393) erklärt, der Muskelfaden bestehe entweder aus einer oder mehreren verschmolzenen ursprünglich bindegewebigen Bildungszellen, aber die kontraktile Substanz bilde sich als Ausscheidung an der Aussenfläche dieser Zellen. *Eckhard* (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 29, S. 551) lässt die Skeletmuskeln des Frosches nicht aus Zellen, sondern nur aus kernführenden Protoplasmabändern hervorgehen. Auch das Ausland hat einige Arbeiten in neuerer Zeit geliefert, welche von der Einzelligkeit nichts wissen wollen. Man s. *Lockhart Clarke* im *Quart. Journ. of micr. science* 1862, *p.* 212 und 1863, *p.* 1 und *Rouget* in den *Compt. rend. Tome* 55, *p.* 36, während *W. Fox* (*Phil. Transact. for the year* 1866, *p.* 101) dagegen die von uns vertretene Ansicht wesentlich theilt. — 4) Eine geringe Kernvermehrung kann selbst an den kontraktilen Faserzellen, wenn auch nur ausnahmsweise vorkommen. Schon § 163 wurde solcher Gebilde mit doppeltem bis vierfachem Nukleus gedacht. — 5) Solche Bilder machen es begreiflich, dass manche Forscher früher dem embryonalen Muskelfaden einen Axenkanal zuschreiben konnten (s. z. B. *Valentin* in *Müller*'s Archiv 1840, S. 207 und Artikel »Gewebe« im Handw. d. Phys. Bd. 1, S. 713). — 6) Mit zahlreichen Modifikationen im Einzelnen finden wir derartige Ansichten bei *Leydig* (vergl. Histologie S. 48), *Deiters*, *Margó*, *Moritz*, *Weismann*, *Rouget*, *Beale* (*Quart. Journ. of micr. science* 1864 *p.* 100). — 7) S. dessen Aufsatz in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1861, S. 41.

§ 173.

Wir wenden uns nun zum Wachsthum der Muskeln.

Die embryonalen Muskelfäden, wie sie im vorigen § geschildert wurden, sind noch beträchtlich feiner als diejenigen des Neugebornen, und bei letzterem steht ihr Quermesser noch weit hinter demjenigen des reifen Zustandes.

Nach den genauen Messungen *Harting*'s [1]) erscheinen die Muskelfasern des Erwachsenen um das Fünffache und mehr dicker als zur Zeit der Geburt. Diese Zunahme nach Länge und Breite geschieht durch die Aufnahme neuer Massentheilchen zwischen die vorhandenen der Fleischsubstanz, oder — wie man sich auszudrücken pflegt — durch Intussuszeption [2]).

Aber die Fäden des heranwachsenden Muskels werden nicht allein stärker, auch die Zahl der letzteren steigt. Dieses hat wohl *Budge* [3]) am Wadenmuskel des Frosches für immer dargelegt. Weitere interessante Mittheilungen über denselben Gegenstand verdanken wir ferner *Weismann* [4]). Nach letzterem Forscher geschieht das Wachsen der Froschmuskeln nur theilweise durch Dickenzunahme der ursprünglich vorhandenen Fäden; dagegen kommt eine sehr beträchtliche Zahlenvermehrung letzterer durch einen Längstheilungsprozess vor. Eine gewaltige Wucherung der Kerne (Muskelkörperchen) in der älteren Muskelfaser leitet den Vorgang ein, so dass bald in Längsreihen geordnet förmliche Kernsäulen getroffen werden können, wobei der Faden sich verflacht und verbreitert. Hierauf zerspaltet sich letzterer selbst in zwei Fäden. Diese wiederholen dann den geschilderten Prozess, so dass aus einem alten Muskelelement schliesslich eine ganze Gruppe neuer entsteht, welche dann durch das erwähnte innere Wachsthum den typischen Quermesser gewinnen.

Auch erwachsene Frösche während der Winterruhe zeigen unter fettiger Degeneration der vorhandenen Muskelfasern eine rege Neubildung [von *Wittich* [5])]. Hier fand *Weismann* den gleichen Vermehrungsprozess.

Von grossem Interesse sind ferner die Beobachtungen *Zenker*'s [6]) über einen (mit entzündlich wuchernder Vermehrung der Muskelkörperchen und Bindegewebezellen verbundenen) massenhaften Untergang der menschlichen Muskelfäden beim Typhus unter einer eigenthümlichen Entartung und über eine energische Regeneration dieser Elemente bei der Genesung. Möglicherweise ist auch hier letzterer Vorgang der gleiche wie beim winterschlafenden Frosch.

Die soeben erwähnte Wucherung der Muskelkörperchen kommt übrigens auch bei anderen Reizungszuständen unseres Gewebes vor. Nach diesen allerdings spärlichen Thatsachen möchte man die Muskelfäden keineswegs mehr für so persistente Gebilde halten, wie eine frühere stillschweigende Annahme lautete.

Für das glatte Muskelgewebe gewährt der Uterus des schwangeren Weibes eine günstige Gelegenheit, interessante Beobachtungen über die Existenz der Elemente anzustellen. Bekanntlich nimmt jenes Organ an Massenhaftigkeit um ein Vielfaches zu, ein Prozess, welcher hauptsächlich auf Rechnung der Muskulatur kommt. Hierbei vergrössern sich die kontraktilen Faserzellen um das 7—11fache in der Länge und das 2—5fache in der Dicke (*Koelliker*). Ebenso kommt nach dem genannten Beobachter eine Neubildung von Zellen vor.

Nach der Geburt beginnt sich bald eine Verkleinerung der kontraktilen Zelle geltend zu machen, vermöge deren sie nach 3 Wochen wieder auf die alte Länge zurücksinkt. Fettinfiltrationen in die Substanz derselben sind in dieser Periode häufige Erscheinungen, und eine Auflösung eines Theiles der muskulösen Elemente dürfte wohl mit Sicherheit anzunehmen sein [7].

Dass es eine physiologische Hypertrophie der quergestreiften Muskelfäden geben kann, dürfen wir nach *Auerbach*'s Beobachtungen nicht mehr bezweifeln [8].

Im hypertrophischen Herzen wollte früher *Hepp* eine Dickenvermehrung bis auf das Vierfache gefunden haben [9]. Doch scheint hier nur eine Vermehrung der Fasern (vielleicht durch Längstheilung bewirkt) vorzukommen [10].



Fig. 294. Von Fettzellen durchwachsener menschlicher Muskel. *a* Muskulöse Fäden; *b* Reihen der Fettzellen.



Fig. 295. Fettig degenerirte Muskelfäden des Menschen. *a* Geringerer, *b* hoher, *c* höchster Grad.

Pathologische Hyperthrophieen des glatten Muskelgewebes aber bis zu geschwulstartigen Bildungen sind häufige Vorkommnisse. Sie betreffen Theile, welche mit jenem Gewebe reichlich versehen sind (z. B. Oesophagus, Magen, Uterus). Ihre Genesis bedarf genauerer Untersuchungen, als ihr bisher zu Theil wurde. Dass überhaupt eine Umwandlung von Bindegewebezellen in kontraktile Elemente (*Koelliker, Aeby, Arnold*) stattfinden könne, ist wenigstens wahrscheinlich.

Ferner kommt ein Schwinden des Muskelfadens, eine Atrophie desselben vor. Einmal trifft man sie als mehr normales Phänomen im hohen Alter; dann erscheint eine Verminderung des Durchmessers unter pathologischen Verhältnissen häufiger, so bei Lähmungen einzelner Glieder, theilweise verbunden mit einer Fettdegeneration des Fadens oder einer Ausbildung interstitieller Fettzellen. Letzterer (Fig. 294) haben wir schon früher (§ 122 und 169) gedacht. Höhere Grade derselben vermögen durch Druck die Thätigkeit einzelner Muskelmassen endlich aufzuheben, so z. B. im Herzen. Eine Einlagerung von kleinen Fettmolekülen in das Innere des Fadens ist, wenn anders die Menge derselben nicht allzugross wird, eine häufige und normale Erscheinung, so in der Muskulatur des Herzens, beim Frosche in den Extremitätenmuskeln (§ 166). Höhere Grade (Fig. 295) sind Rückbildungsphänomene, die eine pathologische Bedeutung haben. Aber bei aufmerksamer Durchmusterung gesunder Muskeln wird man immer einzelnen Fäden begegnen, welche eine beträchtlichere Menge derartiger Fettkörnchen und nicht selten eine Abnahme der Dicke darbieten, so

dass auch ein beschränkter physiologischer Untergang mit Fettdegeneration wahrscheinlich bleibt.

Verkalkungen bilden seltene Erscheinungen [11].

Neubildungen von quergestreifter Muskelsubstanz an Stellen, wo sie nicht hingehört, sind sehr seltene Vorkommnisse. Ein Theil der bisher beobachteten nicht zahlreichen Fälle betrifft sonderbarerweise den Hoden und die Eierstöcke. Die Entwicklung des Muskelfadens aus der Bindegewebezelle ist wohl hier kaum einem Zweifel unterworfen, indessen man bei der intramuskulären Neubildung auch an einen Ausgang von den Muskelkörperchen denken kann [12].

Während man früher Muskelwunden einfach durch bindegewebige Narbenmasse verheilen liess, hat man sich in neuerer Zeit durch zahlreiche Beobachtungen von der Regenerationsfähigkeit des ersteren Gewebes überzeugt. Doch ist über die Art jener Muskelneubildung noch keine Uebereinstimmung der Ansichten zu erzielen gewesen [13].

Anmerkung: 1) S. dessen *Recherches micrométriques*, *p.* 59. — 2) Die Annahme *Margó*'s, dass der Muskel bei seinem Wachsthume einen Ansatz neuer Sarkoplasten erfahre, ist unbegründet. — 3) S. dessen Aufsatz im Archiv für physiol. Heilkunde. N. F. Bd. 2, S. 71, sowie bei *G. Schmitz*, *De incremento musculorum observationes physiologicae. Gryphiae* 1858; dann noch in *Moleschott*'s Untersuchungen Bd. 6, S. 41 und in *Virchow*'s Archiv Bd. 17, S. 196. Geläugnet wurde die Vermehrung der Fadenzahl später durch *Aeby* (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R Bd. 14, S. 182). — 4) S. die gleiche Zeitschrift 3. R. Bd. 10, S. 263. Die im Texte erwähnten Kernsäulen bei Winterfröschen hatte früher schon *Koelliker* gesehen (Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 8, S. 311). Es ist leicht, am überwinternden Frosche die *Weismann*'sche Beobachtung zu bestätigen. — 5) a. a. O. Dieser Forscher lässt bei dem uns beschäftigenden Thiere zum Ersatze des massenhaften Muskeluntergangs eine von der alten Fadenformation unabhängige Neubildung aus Spindelzellen des benachbarten Bindegewebes stattfinden. — 6) a. a. O. Die Neubildung denkt sich der Verf. ähnlich wie *von Wittich* beim Winterfrosche. Weitere Angaben machten *Waldeyer* (in *Virchow*'s Archiv Bd. 34, S. 473) und *C. E. E. Hoffmann* (gleiche Zeitschrift Bd. 40, S. 505). Wie weit hier eingewanderte Lymphoidzellen (S. 134) noch betheiligt sind, bedarf weiterer Untersuchungen. — 7) Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 1, S. 71. — 8) S. dessen schöne Arbeit in *Virchow*'s Archiv Bd. 53, S. 234 und 397. Interessant ist noch eine Angabe des Verfassers, welche wir hier nachtragen, dass nämlich ein Kubikmillimeter Muskelsubstanz mehr als 10—18000 Muskelkörperchen besitzt. — 9) *L. Hepp* (Die pathologischen Veränderungen der Muskelfaser. Zürich 1853. Diss.). Auch *Wedl* (Grundzüge d. path. Hist. S. 227 und 29) nimmt Aehnliches an. Eine Neubildung dürfte daneben aber vorkommen. Man vergl. *O. Weber* in *Virchow*'s Archiv Bd. 7, S. 115. — 10) S. *Rindfleisch*'s Lehrbuch S. 200. — 11) *H. Meyer* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. N. F. Bd. 1, S. 80. — 12) Die Literatur der bisher gemachten Beobachtungen s. man in *Förster*'s Handbuch d. path. Anat. 2. Aufl. Bd. 1, S. 339. — 13) Ueber eine solche s. man *O. Deiters* (a. a. O.), *Peremeschko* (*Virchow*'s Archiv Bd. 27, S. 119), die erwähnten Arbeiten von *Zenker* und *Waldeyer*, *O. Weber* (Centralblatt 1863, S. 530 und *Virchow*'s Archiv Bd. 39, S. 216), *Hoffmann* a. a. O., *Maslowsky* in der Wiener mediz. Wochenschrift 1868. Nr. 12; *Neumann* im Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 4, S. 323 und *E. Aufrecht* in *Virchow*'s Archiv Bd. 45, S. 180. Man vergl. noch *Rindfleisch*'s Buch S. 627.

E. Zusammengesetzte Gewebe.

15. Das Nervengewebe.

§ 174.

Als Formelemente des Nervensystems [1]) trifft man, eingebettet in einer bindegewebigen Grundlage, zweierlei Gebilde, nämlich Fasern und Zellen.

Erstere, als Nervenfasern, Nervenröhren, Primitivfasern des Nervensystemes bezeichnet, bilden ausschliesslich die weisse Substanz der Nervenapparate. Letztere, die Nerven- oder Ganglienzellen, auch Ganglienkörper genannt, kommen mit dem ersteren Elemente gemischt in der grauen Masse vor.

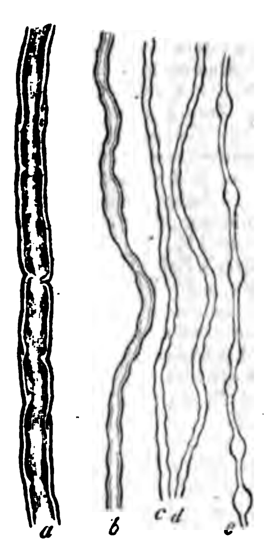


Fig. 296. Nervenfasern des Menschen. a Eine grobe; b eine mittelfeine Faser; c d e schmale Formation.

Das bindegwebige Gerüste tritt einmal in Gestalt eines vollkommen ausgebildeten fibrillären Gewebes auf, häufiger als mehr homogene Bindesubstanz (Perineurium) oder in Form eines sehr zarten Kerne und Zellen führenden Gewebes (wie in den Zentralorganen).

Die Nervenfasern (Fig. 296) erscheinen als dunkelgerandete, markhaltige oder blasse, marklose. Sie bilden mit Ausnahme des Endstückes einfache unverzweigte Fäden, und wechseln in ihrer Stärke ausserordentlich, von 0,0023—0,0018^{mm} und weniger. Da das Ansehen auch sonst nicht das gleiche bleibt, unterscheidet man breite oder grobe Nervenfasern (a und b) von 0,0226^{mm}, gewöhnlicher von 0,0113—0,0056^{mm}, und feine oder schmale, deren Quermesser auf 0,0045—0,0018^{mm} und weniger herabzusinken vermag (c. d. e).

Die dunkelrandigen Nervenfasern bestehen aus drei Theilen, nämlich aus einer sehr feinen bindegewebigen Hülle, dem Neurilemm, der Primitiv- oder *Schwann*'schen Scheide, einem in der Axe gelegenen eiweissartigen Faden, dem sogenannten Axenzylinder, und einem zwischen Hülle und letzterem befindlichen Gemenge von Eiweisskörpern, Gehirnstoffen und (?) Fetten, der sogenannten Markscheide oder dem Nervenmark. Von diesen drei Gebilden, welche jedoch nicht unmittelbar an der frischen Nervenröhre, sondern erst auf Umwegen zu demonstriren sind, muss der Axenzylinder als der wesentlichste und allein unentbehrliche Formbestandtheil bezeichnet werden.

Frische breite Nervenfasern erscheinen unter dem Bilde ganz homogener, wasserheller, aus einer, wir möchten sagen, milchglasartigen Masse gebildeter Fäden. Doch gelangt man nur selten bei der ungemeinen Zersetzlichkeit der Inhaltsmasse zu einer derartigen Ansicht [2]. Alle üblichen Präparationsmethoden, sobald die Nervenfasern isolirt werden müssen, führen uns die letzteren schon verändert, zersetzt oder »geronnen«, wie man sich ausdrückt, vor [3]. Dieser Gerinnungsprozess kommt aber auf verschiedenen Stufen zur Anschauung (Fig. 296. *a. b.* Fig. 297).

Möglichst rasch und schonend isolirt, zeigt die Nervenfaser einen dunklen Rand, welcher enge anliegend eine zweite innere und feinere Begrenzungslinie darbietet (Fig. 296. *a. b.* Fig. 297. *b.* nach oben).



Fig. 297. Nervenfasern des Menschen auf weiter vorgerückten Stufen der Gerinnung.

Diese beiden Linien oder die »doppelten Kontouren« sind später gewöhnlich nicht ganz parallel, ebenso die innere nicht mehr ganz kontinuirlich. Zwischen beiden Begrenzungslinien einer Seite erscheint die dünne Zwischenlage homogen (Fig. 296. *a. b*) oder körnig.

Auf letzterer Umwandlungsstufe kann die Nervenfaser sich erhalten, indem die koagulirte Rindenschicht gewissermassen eine schützende Decke für die inneren Theile bildet; oder die Gerinnung schreitet weiter fort, wobei eine Nervenfaser an verschiedenen Stellen ihrer Bahn oftmals ganz differente Bilder darzubieten vermag (Fig. 297. *b*).

Die innere Linie entfernt sich alsdann mehr und mehr von der äusseren; zwischen ihr, ebenso im Axentheile der Faser, bilden sich klumpige, körnige oder kuglige Massen (*a. b*), bis zuletzt das Ganze zu einer bald mehr grob-, bald mehr feinkörnigen Substanz verwandelt erscheint (*c*), und die Nervenröhre dunkel geworden ist [4].

Anmerkung: 1) Die Literatur des Nervengewebes ist eine sehr reiche. Unter den älteren Schriften heben wir hervor: *Valentin* in den *Nova Acta Nat. Curios. Vol. XVIII. T.* 1; *Remak, Observationes anat. et microsc. de systematis nervosi structura. Berolini* 1838. *Diss.*; *A. Hannover, Recherches microscopiques sur le système nerveux. Copenhague et Paris* 1844; *R. Wagner*, Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigungsweise der Nerven und die Struktur der Ganglien. Leipzig 1847, und Handw. d. Phys. Bd. 3, Abth. 1, S. 360; *Bidder* und *Reichert*, zur Lehre vom Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern. Leipzig 1847; *C. Robin*, Institut 1846, No. 687—90 und 1848, No. 733. Unter den neuesten Arbeiten seien erwähnt *Leydig*, Vom Bau des thierischen Körpers S. 83; *Koelliker*'s Gewebelehre, 5. Aufl. S. 91 und 237 und *Schultze* in *Stricker*'s Handbuch S. 108. Ueber das Technische vergl. man *Frey*, Das Mikroskop, 5. Aufl., S. 197. — 2) So im durchsichtigen Augenlid des Frosches und dem Schwanze seiner Larve. — 3) Man vergl. *Henle*'s allg. Anat. S. 614 — 4) Ausgetretenes Nervenmark zeigt ganz ähnliche Umänderungen (*Virchow*'s Myelin); wozu Fig. 4 auf S. 29 zu vergleichen ist.

§ 175.

Da die peripherische Nervenröhre [1] trotz ihrer weichen Masse mit Leichtigkeit in langen Strecken isolirt werden kann, ergibt sich schon hieraus die Nothwendigkeit einer Hülle. Diese, das Neurilemm, tritt bei Verschiebungen d

Inhaltes (Fig. 297. *c*) nicht selten als kurzer leerer Schlauch hervor. Leicht kann es auf chemischem Wege, durch Hülfsmittel, welche die Inhaltssubstanz gänzlich oder theilweise lösen, isolirt werden (Fig. 298. *a*. *c*). Das Neurilemm besteht aus elastischer oder verwandter Substanz, und erscheint bei dem Menschen und dem höheren Wirbelthiere meistens als ganz homogene, sehr feine kernlose oder kernführende Membran. Bei niederen Wirbelthieren, ebenso an der peripherischen Ausstrahlung menschlicher Nerven kann es verdickt und reichliche Kerne führend auftreten [2].



Fig. 298. Nervenfasern verschiedener Art. *a* Eine breite Nervenfaser des Frosches nach Behandlung mit absolutem Alkohol mit Axenzylinder und Neurilemm; *b* eine andere mit dem Axenzylinder nach Einwirkung von chromsaurem Kali; *c* eine mit Kollodium behandelte desselben Thiers mit Axenzylinder und Neurilemm; *d* eine marklose Faser von *Petromyzon* mit Axenzylinder und der kerntragenden Hülle; *e* marklose Fasern des Olfaktorius vom Kalbe; *f g h* feine Nervenfasern aus dem menschlichen Gehirn mit Axenzylindern; die Faser *g* (Kopie nach *R. Wagner*) wird oberwärts * zum Fortsatz einer Ganglienzelle.

Schwierig und in sicherer Weise zur Zeit kaum zu beantworten ist die Frage, wie weit jene Scheide über die Elemente des Nervensystems verbreitet ist. Schon die Ausbreitung mancher Gehirnnerven geht sie ab; ebenso fehlt sie den peripherischen Endausstrahlungen gewiss nicht selten [3]. Ihr Nachweis gelingt ohnehin an sehr feinen markhaltigen Nervenröhren nur mühsam. Die Nervenfasern in Gehirn und Rückenmark endlich sind scheidenlos [4].

Der Axenzylinder von *Purkinje* [das Primitivband von *Remak* [5]] ist bei seiner Zartheit und weichen Beschaffenheit in der frischen Nervenröhre nicht zu erkennen; ferner wird er an vielen einfach geronnenen Nervenfasern vermisst, indem er wohl ebenfalls einer krümeligen Verwandlung anheimgefallen ist.

Er tritt aber (und wir legen darauf das grösste Gewicht) an der Ursprungsstelle (Fig. 298. *g**), sowie den Endzweigen der Nervenröhren, wo die Markmasse fehlt, uns deutlich entgegen. Ebenso sieht man ihn an manchen in gewöhnlicher Weise gerinnenden Nervenfasern als ein blasses, homogenes, bandartiges Gebilde, etwa von dem vierten bis dritten Theil und mehr des Faserdurchmessers, aus dem Schnittende hervorragen (Fig. 297. *a*. oben).

Vortrefflich aber eignen sich zu seiner Darstellung gewisse chemische Eingriffe [6]. Es gehören hierher einmal manche Substanzen, welche die Proteinkörper erfahrungsgemäss erhärten, ohne die Fette zu lösen oder erheblich zu verändern; so Chromsäure, chromsaures Kali, Quecksilberchlorid (Fig. 298. *b*). Dann qualifiziren sich Reagentien, welche das Fett, nicht aber die Albuminate lösen, wie Alkohol und Aether in der Siedhitze (*a*). Man gewinnt bald häufiger, bald seltener Anschauungen, wo der Axenzylinder aus dem Schnittende hervorragt, »wie der Docht aus einer Kerze«. Ein treffliches Hülfsmittel zur Darstellung des fraglichen Gebildes ist aber das von *Pflüger* [7]) empfohlene Kollodium. Hier tritt augenblicklich fast in jeder Nervenröhre durch die ganze Länge sich erstreckend und oft stark zur Seite geschoben der Axenzylinder hervor (*c*). Auch Karminfärbung, Anilinroth [*Frey* [8]] und Chloroform [*Waldeyer* [9]] sind geeignet.

Instruktive Anschauungen für die geschilderten Strukturverhältnisse der Nervenfasern geben Querschnitte ihrer vorher künstlich erhärteten Stämme (*Reissner*), indem man die Hülle jener, den Axenzylinder als kleines Zentralgebilde und dazwischen das Mark erkennt. Letzteres bietet eine zuerst von *Lister* und *Turner* [10])

bemerkte unregelmässige konzentrische Zeichnung, vielleicht als optischen Ausdruck einer Schichtung der Marksubstanz, vielleicht auch durch eine starke Einschrumpfung des Axenzylinders bewirkt dar. Auch Querschnitte durch die indurirten weissen Stränge des Rückenmarks gewähren für Axenzylinder und Markmasse dieselben Bilder.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Henle*'s allgemeine Anatomie S. 618 und das grosse *Koelliker*'sche Werk Bd. 2, Abth. 1, S. 391. — 2) Die Ansichten über das Wesen der Primitivscheide gehen zur Zeit noch weit auseinander. Die ältere irrige Ansicht, welche vielfache Vertreter fand, erblickt in ihr die Membran verschmolzener Bildungszellen. So fasste noch 1863 *Koelliker* die Sache auf (Gewebelehre 4. Aufl., S. 283). *Leydig* (Vom Bau des thier. Körpers S. 3) erklärt das Neurilemm für eine Kutikularbildung. — Die bindegewebige Natur desselben ist schon 1847 durch *Reichert* und *Bidder* vertreten worden (a. a. O. S. 59). Nach *Reissner* (*Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1861, S. 730) sind alle Primitivscheiden peripherischer Nerven kernführend. — 3) Hierüber ist auf folgende Abschnitte zu verweisen. — 4) So fassen fast Alle, welche sich mit jenen Organen näher beschäftigt haben, die Struktur auf. Man sehe beispielsweise *Schultze, De retinae structura p.* 22. Eine Scheide behaupten dagegen *Stilling* (Ueber den Bau der Nervenprimitivfaser und der Nervenzelle. Frankfurt 1856), *Reissner* (*Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1860, S. 571) und *Mauthner* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 39, S. 588). — 5) Man vergl. *Remak* in *Froriep*'s Notizen 1837, No. 47, sowie *Purkinje* bei *Rosenthal*, *De formatione granulosa. Vratislaviae* 1839, *p.* 16. — 6) *Koelliker* a. a. O. S. 395 und *Lehmann*'s physiol. Chemie Bd. 3, S. 87. — 7) *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1859, S. 132. — 8) Das Mikroskop, 5. Aufl. S. 199. — 9) *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R. Bd. 20, S. 193. — 10) *Quart. Journ. of micr. science.* 1860, *p.* 29. *Pl.* 2.

§ 176.

Was die feinen dunkelrandigen Nervenfasern peripherischer Stämme betrifft (Fig. 296. *c. d. e*), so gelingt auch hier manchfach, wenngleich schwieriger, die Demonstration der Primitivscheide. Gleichfalls erkennt man, namentlich an den Röhren von Gehirn und Rückenmark, den Axenzylinder (Fig. 298. *f. g. h*), nicht mehr aber jene Primitivscheide.

Auffallend ist der Umstand, dass feine Nervenröhren nicht jene Neigung zu klumpiger und körniger Gerinnung besitzen, welche den breiten so allgemein und in so hohem Grade zukommt, dass sie vielmehr (mögen sie nun bei stärkerem Quermesser (Fig. 298. *f*) noch eine doppelte Kontour erkennen lassen oder als feinere (Fig. 296. *c. d. e*) einfach gerandet erscheinen) mehr glashell und durchsichtig bleiben.

Die feinen Nervenröhren zeigen uns in einem ihrer Dünne proportionalen Grade die Eigenthümlichkeit, durch Wassereinwirkung, Druck, Zerrung etc. Verschiebungen und Zusammenballungen des Marks zu erleiden, so dass eine knotige Röhre (Fig. 296. *c. d. e* und 298. *h*) die Folge ist. Man bezeichnet diese knotigen Anschwellungen mit dem Namen der Varikositäten[1]. Sie sind, wir wiederholen es, nur Kunstprodukte, welche dem lebenden Körper abgehen.

An diese dunkelrandigen, markführenden Elemente reihen sich als eine zweite Erscheinungsform die blassen, marklosen Nervenfasern.

Solche bilden bei den Embryonen des Menschen und der Wirbelthiere die primäre Erscheinungsweise aller faserigen Elemente.

Bei dem Geschlechte Petromyzon, einem niedrig organisirten Fische, erhält sich diese marklose blasse Beschaffenheit der mit einem Axenzylinder versehenen Faser zeitlebens (Fig. 298. *d*). Aber auch im Körper der höheren Vertebraten und beim Menschen kann an einzelnen Körperstellen die Nervenröhre diese ursprüngliche fötale Beschaffenheit bewahren. So sehen wir es am *Nervus olfactorius*[2], sobald er in das Geruchsorgan eingetreten ist (Fig. 298. *e*).

Während für den Geruchsnerven hinsichtlich der Deutung jener Faserelemente kein Zweifel herrschen kann, wird es anders in den Bahnen und Ausbreitungen

des Sympathikus. Hier erscheinen nämlich beim Menschen und den höheren Wirbelthieren neben markhaltigen Röhren, und zwar häufig in überwiegender Menge, die sogenannten *Remak*'schen Fasern[4]) (gangliöse Nervenfasern). Es sind durchsichtige, zuweilen platte Bänder von etwa 0,0038—0,0068^{mm} Breite und 0,0018^{mm} Dicke (Fig. 299. 300. *b*). Ihr Ansehen ist gewöhnlich ein homogenes, und von Strecke zu Strecke bemerkt man an ihnen längsovale oder auch mehr spindelförmige Kerne von etwa 0,0068—0,0113^{mm} Länge. Bisweilen zersplittert, freilich in unvollkommener Art, eine solche platte Faser in Fibrillen (Fig. 299. *b*).

Ueber die Natur dieser *Remak*'schen Fasern, ob bindegewebige, ob (wie schon der Entdecker und mit ihm *J. Müller* angenommen hatte) nervöse Elemente, zeigen die Annalen der Histologie langjährige Kontroversen. Die blassen Nervenelemente der niederen Thiere und der Petromyzonten, die embryonalen und Olfaktoriusfasern der höchsten Geschöpfe sprechen für die nervöse Natur der *Remak*schen Faserformation; und in der That gestaltet sich das Wissen von Jahr zu Jahr mehr nach dieser Richtung. Es sind eben Nervenfasern, welchen eine Markscheide fehlt, und wo der Axenzylinder von kernführendem Neurilemm umschlossen wird. Andererseits aber muss zugegeben werden, dass auch junges unreifes Bindegewebe unter einem sehr ähnlichen Bilde zu erscheinen vermag. — Einen schwierigen Punkt bildet dann die im folgenden § zu besprechende kernführende Hülle mancher Ganglienzellen.



Fig. 299. *Remak*'sche Fasern des Kalbes. *a* Einfache platte kerntragende Bänder; *b* eine Faser nach oben in Fibrillen gespalten.



Fig. 300. Ein sympathisches Nervenästchen des Säugethiers. Zwei dunkelrandige Nervenfasern *a* unter einem Ueberschuss der *Remak*'schen Formation *b*.



Fig. 301. Fibrillärer Bau des Axenzylinders nach *Schultze*. *a* Ein starker Axenzylinder aus dem Rückenmark des Ochsen; *b* Nervenfaser aus dem Gehirn des Zitterrochen.

In einzelnen Stämmchen (Fig. 300) des sympathischen Nervensystems ist die Menge dieser blassen Fasern (*b*) so gross und die Zahl der markhaltigen Röhren (*a*) eine so geringe, dass hier schon eine so kolossale bindegewebige Umhüllung für so spärliche Nervenfasern nicht angenommen werden kann.

In den Milznerven ausgewachsener Säugethiere hat man aber in interessanter Weise Stämmchen von 0,45^{mm} Dicke getroffen, welche nur *Remak*'sche Fasern enthalten[5]).

Die Frage, ob das geschilderte verschiedenartige Ansehen der Nervenfasern

differenten Funktionen oder Energieen entspreche, muss im Allgemeinen verneint werden. Die Nerven der willkürlichen Muskeln und der äusseren Haut haben beispielsweise die gleiche Faserformation. Allerdings ist das Ueberwiegen schmaler dunkler Röhren im Sympathikus eigenthümlich; aber auch im Gehirn und Rückenmark kommen diese im Ueberschuss vor. Ausserdem sind die Uebergangsformen breiter und schmaler Fasern zahlreich. Blasse, marklose, kernführende Fasern zeigt, wie wir eben sahen, das sympathische Nervensystem, jedoch auch der Geruchsnerv.

Bei weitem grössere Verlegenheit aber entsteht, wenn man zur Zeit die Frage beantworten soll, ob mit den geschilderten Texturverhältnissen der Nervenröhren ihr ganzer Bau gegeben sei, oder ob ihnen noch eine weitere komplizirtere Zusammensetzung zukomme.

An Versuchen (und mitunter sehr abenteuerlichen), eine solche der Nervenröhre zu vindiziren, hat es allerdings seit Jahren nicht gefehlt. Aber nur ein Verhältniss, freilich von grösster Bedeutung, haben die so verbesserten optischen Hülfsmittel der letzten Zeit gezeigt, nämlich die Zusammensetzung des Axenzylinders aus einem Bündel feinster Fäserchen, welche in eine feinkörnige Substanz eingebettet sind. Man hat dieses schon früher an den blassen Nervenröhren zahlreicher Evertebraten; am Olfaktorius und den *Remak*'schen Fasern der Wirbelthiere zu erkennen vermocht. Auch für die Axenzylinder in den Zentralorganen (Fig. 301) ergibt sich die gleiche Zusammensetzung (*Schultze*). Diese feinsten Fäserchen, welche bei gewissen Behandlungsweisen zarte variköse Anschwellungen erkennen lassen, kann man nach *Waldeyer* Axenfibrillen oder mit *Schultze*[6]) Primitivfibrillen des Nervensystems nennen.

Erscheint somit der Axenzylinder stärkerer Nervenfasern als ein Bündel solcher Fibrillen von unmessbarer Feinheit, so werden dünnere Axenzylinder als Zusammenfassungen einer geringeren Menge der Fibrillen betrachtet werden müssen, bis zuletzt in den feinsten Nervenfasern der Axenzylinder durch eine einzige Primitivfibrille hergestellt wird.

In späteren Abschnitten unseres Werkes werden wir sehen, wie jene Primitivfibrillen (welche allerdings noch einer genaueren Nachweisung bedürfen) bei der Endigung zahlreicher Nerven isolirt und nackt zum Vorschein kommen, sowie in der grauen Masse der Zentralorgane ein wichtiges Faserelement herstellen[7]).

Anmerkung: 1) Die Varikositäten wurden zuerst durch *Ehrenberg* beschrieben (*Poggendorff*'s Annalen Bd. 28, S. 449). — 2) *Stannius* in den Nachrichten von der Universität und der K. Gesellschaft der Wissensch. zu Göttingen 1850, S. 90. — 3) Dass der Geruchsnerv nur blasse Fasern besitzt, fanden im Jahre 1847 *Remak* (Ueber ein selbständiges Darmnervensystem. Berlin S. 32) und *Todd-Bowman* (a. a. O. *p.* 9). — 4) Manche Forscher, wie *Valentin*, *Bidder* und *Volkmann* (Die Selbständigkeit des sympathischen Nervensystems. Leipzig 1842) rechneten sie sämmtlich zum Bindegewebe; andere nur theilweise, so *Koelliker* (Die Selbständigkeit und Abhängigkeit des sympathischen Nervensystems. Zürich 1845 und Gewebelehre 5. Aufl., S. 329, Note). Andere Forscher, so *Remak* (*Observationes anatomicae et microscopicae de systematis nervosi structura. Berolini* 1838), *J. Müller* (3. Aufl. der Physiologie), *Leydig* (Vergleichende Histologie etc. S. 52) und *Beale* (Struktur der einfachen Gewebe S. 172) erblicken in ihnen nur nervöse Elemente. — 5) *Ecker* im Handw. d. Phys. Bd. 4, S. 148; *Gerlach*'s Handbuch S. 430. — 6) Vergl. dessen *Observationes de structura cellularum fibrarumque nervearum. Bonnae* 1868. Programm, sowie die Darstellung im *Stricker*'schen Handbuch. — 7) Die im Texte nur kurz erwähnten Verhältnisse bedürfen bei ihrer Wichtigkeit noch einer ausführlicheren Erörterung. Es war namentlich *Remak* (*Müller*'s Archiv 1843, S. 197), welcher schon vor langen Jahren in Betreff des Axenzylinders bei einem Thiere, dem Flusskrebs, jene merkwürdige Komplikation kennen lehrte. In seinem Bauchstrange finden sich neben andern ungemein dicke Nervenfasern, deren Axenzylinder aus einem Bündel (über 100) feinster Fibrillen (von nur 0,0004^{mm} Quermesser) besteht. Bestätigungen dieser Beobachtungen und Auffindung ähnlicher Zusammensetzung bei andern Evertebraten sind dann erfolgt von *Häckel* (*Müller*'s Archiv 1857, S. 477), *Leydig* (Vergl. Histologie S. 60, Fig. 33), *G. Walter* (Mikroskopische Studien über das Zentralnervensystem wirbelloser Thiere. Bonn 1863) und *Waldeyer* (a. a. O.). Für Wirbelthiere fand *M. Schultze* (s. Untersuchungen über den Bau der

Nasenschleimhaut etc. Halle 1862, S. 66 und dessen spätere Arbeit (Note 6)) die gleiche Zusammensetzung des Axenzylinders aus feinsten Axenfibrillen am Olfaktorius und in den Zentralorganen. Früher schon brachte die 4. Aufl. der *Koelliker*'schen Gewebelehre (S. 288, Note) noch eine merkwürdige Beobachtung. Die blassen Milznerven des Ochsen enthielten anstatt des Bildes gewöhnlicher *Remak*'scher Fasern nur Bündel feinster Fäserchen, wie Axenzylinder, ohne Nuklei. Dagegen ergaben sich die gewöhnlichen Kerne hier in Gestalt kleiner Spindelzellen. — Was ferner anderweitige Zusammensetzungen der Nervenröhre betrifft, so haben wir schon S. 355 der ringförmigen Zeichnung des Marks bei Querschnitten gedacht. Sie scheint eine konzentrische Schichtung anzudeuten; doch hat *Frommann* später diese Deutung bestritten (Untersuchungen über die normale und pathologische Anatomie des Rückenmarks. Jena 1864). Nach *Klebs* (*Virchow*'s Archiv Bd. 32, S. 179) ist der Axenzylinder zunächst von flüssiger Masse, »periaxaler Flüssigkeit« umgeben. — Schon vor Jahren hatte *Stilling* (a. a. O.) auf Untersuchung von Chromsäurepräparaten mit sehr starken Vergrösserungen der Nervenfaser einen höchst komplizirten Bau zugeschrieben. Scheide und Mark werden nach ihm hergestellt aus Geflechten höchst zarter, in allen Richtungen verlaufender Röhrchen. Der Axenzylinder besteht aus wenigstens drei konzentrischen Lagen, und von jeder derselben entspringen wiederum andere feinste Röhrchen, welche sich mit dem peripherischen Netzwerk verbinden. Man vgl. dazu noch *Lockhart Clarke* im *Quart. Journ. of micr. science* 1860, *p.* 165. — Für hohl ist dann der Axenzylinder auch von *Remak* erklärt worden. Von *Mauthner* dagegen wird dem Axenzylinder ein solider, in Karmin sich stärker röthender Innenfaden zugeschrieben (a. a. O. S. 589). In neuerer Zeit endlich haben *Frommann* (*Virchow*'s Archiv Bd. 31. S. 151) und *Grandry* (*Bulletin de l'Académie royale du Belgique. Mars* 1868) nach Silberbehandlung Querstreifung des Axenzylinders getroffen. Ein russischer Arzt, *P. Rudanowsky* (*Journ. de l'anat. et de la phys. Tome* 2, *p.* 225) berichtet uns, dass der Axenzylinder knotig sei und rechtwinklige Aeste abgebe, welche mit denjenigen benachbarter Nervenfasern anastomosiren sollen. Ueber diese letztere, unzweifelhaft irrthümliche Angabe vergl. man übrigens noch *Robin* (in dem gleichen Journal p. 243) und die Bemerkungen *Koelliker*'s (Gewebelehre, 5. Aufl. S. 244). Eine neuere, gleich werthlose Arbeit *Rudanowsky*'s enthält *Virchow*'s Archiv Bd. 52, S. 193. — Aber selbst *L. Ranvier*, ein verdienter französischer Forscher, dessen wir schon beim Sehnengewebe (S. 220) zu gedenken hatten, wurde leider auch, wie wir annehmen müssen, in neuester Zeit zu einer irrthümlichen Annahme über die Struktur der Nervenfaser verführt. Letztere ist nach ihm in regelmässigen Entfernungen eingeschnürt. Hier fehlt die Markscheide, und eine andere (nicht markartige) permeable Substanz nimmt in Gestalt dünner bis zum Axenzylinder vordringender bikonkaver Querscheiben ihre Stelle ein. Letztere (nicht aber die Markmasse) ist für Krystalloïdstoffe durchgängig. Der Verfasser glaubt auf diesem Wege die Ernährung des Axenzylinders erklären zu können. (*Arch. de physiol. normale et pathologique* IV, *p.* 129).

§ 177.

Auch die **zelligen Elemente**, die **Ganglienkörper**, erscheinen (mit Ausnahme mancher derselben im Gehirn und Rückenmark, wo die Grenzlinie schwierig zu ziehen ist) in sehr charakteristischem Ansehen. Man kann solche **ohne Fortsätze** (Fig. 302) und solche **mit Ausläufern** (Fig. 303) unterscheiden. Erstere haben die Benennung der apo-

Fig. 302. Ganglienzellen des Säugethiers; *A* Zellen mit bindegewebiger Umhüllung, von der *Remak*'sche Fasern *d. d* entspringen; *a* eine kernlose, *b* zwei einkernige und *c* eine zweikernige Zelle; *B* ein hüllenloser Ganglienkörper.



Fig. 303. Multipolare Ganglienzelle mit Protoplasmafortsätzen aus der grauen Gehirnsubstanz des Menschen.

laren, letztere, nach der Zahl der Ausläufer, die der unipolaren, bipolaren und multipolaren Ganglienzellen erhalten.

Bei einem sehr wechselnden, von 0,0992^{mm} herab zu 0,0451, 0,0226–0,0018^{mm} und weniger betragenden Ausmaasse treffen wir einen kugligen, ovalen, birn- und nierenförmigen Zellenkörper. Er enthält einen vollkommen sphärischen, zierlichen, bläschenartigen Kern von 0,0180—0,0090^{mm} mit einem runden, matt erglänzenden Nukleolus von 0,0029 – 0,0045^{mm}. Ein im Innern des Kernkörperchen öfters sichtbares rundliches Gebilde — Körnchen oder Vakuole — (Fig. 308) hat man mit dem Namen des Nukleolulus (*Mauthner*) versehen wollen. Nicht so gar sparsam ist das Kernkörperchen doppelt, jedoch nur selten der Kern [1]. Der Nukleus der Ganglienzelle unterliegt übrigens der Einwirkung konzentrirter Essigsäure, abweichend von sonstigen Nuklearformationen, ziemlich bald.

Der Inhalt der Zelle (wohl eine Art Protoplasma) erscheint als eine zähe, teigartige Masse mit zahlreichen, sehr feinen Molekülen eines Proteinkörpers, zu welchem noch in Alkohol und Aether sich lösende Fettmoleküle und gar nicht selten Körner eines gelblichen, braunen (Fig. 303) oder schwarzen Pigments (Fig. 305. 4) hinzu kommen. Letztere Massen widerstehen Alkalien lange.

Eine distinkte Zellenmembran endlich fehlt allen Ganglienkörpern [2], den zentralen wie peripherischen.

Die Ganglienzellen liegen in der grauen Masse der Zentren in jener schon früher (S. 202) erwähnten bindegewebigen Stützsubstanz. In den peripherischen Knoten von Mensch und Säugethier werden sie dagegen allgemein von Hüllen eines nicht fibrillären kerntragenden Gewebes umgeben (Fig. 302. *A*), aus welchen Kapseln sie in Form membranloser Gebilde (*B*) zu isoliren sind.

Nach neueren Untersuchungen ist die Innenfläche jener Kapsel bei Mensch und Säugethier mit einem zarten, an das der Gefässe erinnernden Plattenepithel oder Endothelium ausgekleidet (*Fräntzel*, *Koelliker*, *Schwalbe* [3]).

Welche Natur besitzt aber dieses umhüllende kernführende Gewebe?

Auch hierbei herrscht eine grosse Verschiedenheit der Meinung. Während nämlich man früher diese ganze umgebende Masse für bindegewebig ansah, ertheilen ihr *Remak* und *Beale* einen nervösen Charakter. Auffallend ist allerdings der von jenem Kapselsystem zu beobachtende Ursprung *Remak*'scher Fasern.

Anmerkung: 1) Ganglienkörper mit doppeltem Kerne sind sehr seltene Erscheinungen, auch bei jungen Thieren, worin ich *G. Schwalbe* (Archiv für mikrosk. Anat. Bd. 4, S. 61) gegen *Koelliker* (Gewebelehre S. 255), welcher sie hier häufig nennt, beistimmen muss. Zweikernige Zellen bilden dagegen im Sympathikus des erwachsenen Kaninchens die Regel (*Guye* im Centralblatt 1866, S. 881), ebenso beim Meerschweinchen (*Schwalbe* a. a. O.). — 2) Im völligen Gegensatze schreiben manche Forscher, wie *Stilling* und *Walter l. l. c. c.*, ebenso *Mauthner* (a. a. O. S. 587) sämmtlichen Ganglienkörpern die Zellenmembran zu. — 3) *S. O. Fräntzel* in *Virchow*'s Archiv Bd. 38, S. 554, *Koelliker* in der 5. Auflage der Gewebelehre S. 251. *Arnold* in *Virchow*'s Archiv Bd. 41, S. 194, *Schwalbe* a. a. O. S. 56. — Schon vor langen Jahren fanden dieses Strukturverhältniss an den Ganglienkörpern des Zitterrochen *Robin* (Institut von 1847, Nr. 687 und 699) und *R. Wagner* (Handwörterb. d. Physiol. Bd. 3, Abth. 2, S. 365). Auch *Remak* (Monatsberichte der Berliner Akademie 1854, S. 29) kannte jene Zellenauskleidung. Die Kapseln der Ganglienkörper anderer Thiergruppen bedürfen hier noch einer genaueren Durchforschung. Bei der Taube sah *Schwalbe* die gleichen Verhältnisse wie beim Säugethier; nicht so aber beim Frosch. Hier scheinen nur einzelne solcher Zellen an der Abgangsstelle der Nervenfasern sich vorzufinden. Interessant ist der Umstand, dass auch die Innenseite der Nervenstämme eine Auskleidung ansehnlicher Zellen erkennen lässt (*Ranvier* a. a. O.).

§ 178.

Die Fortsätze und Ausläufer der Ganglienkörper dienen einmal möglicherweise zur Verbindung benachbarter Zellen (Kommissurfäden), theils sind sie sicherlich die Axenzylinder entspringender Nervenfasern. Zur Orientirung in diesen schwierigen Verhältnissen [1]) verdienen niedere Wirbelthiere, namentlich Fische,

eine Empfehlung, bei welchen durch geringere Mengen umhüllenden Bindegewebes die Präparation leichter ist. In den Nervenknoten (Fig. 304) der Aalquappe (*Gadus lota* [2]) bemerkt man Folgendes:

Ein Theil der Ganglienzellen erscheint a p o l a r (*i. k*), indem keine Andeutung abgerissener Fortsätze zu gewinnen ist, und die Kapsel vielmehr geschlossen entgegentritt. Sie stellen möglicherweise nur Entwicklungsstufen fortsatzführender Zellen vor (*Beale* [3]).

Andere Ganglienzellen, und sie gehören zur kleineren Form, sind u n i p o l a r, geben an dem einen Ende einen Fortsatz ab, welcher nach einigem Verlaufe ein dunkles markiges Ansehen gewinnt, und zu einer s c h m a l e n Nervenfaser wird (*f*). Scheinbar unipolare Nervenzellen (*e*) lassen manchfach das andere abgerissene Faserstück an der verstümmelten Hülle erkennen (*e*). Unipolaren, in breite Nervenröhren übergehenden Ganglienzellen begegnet man nicht [4]).

Häufige Vorkommnisse bilden b i p o l a r e Ganglienzellen. Kleinere stehen in Verbindung mit schmalen, grössere mit breiten Nervenfasern. Erstere (*d*) zeigen blasse Fäden von oft nicht unansehnlicher Länge, welche dann bei der unipolaren Zelle zu Nervenröhren sich umwandeln. Letztere (*a. b. c*) bieten den Faden dunkel, markig, bis ans Ende der Zelle herangehend dar (*a*), und über den Zellenkörper breitet sich dann noch das Nervenmark in dünner Umhüllungsschicht aus [5]), welche sogar nach dem Ausfliessen des ölartigen Markes aus dem Schnittende der Nervenröhre hier zurückbleiben kann (*b. c*).

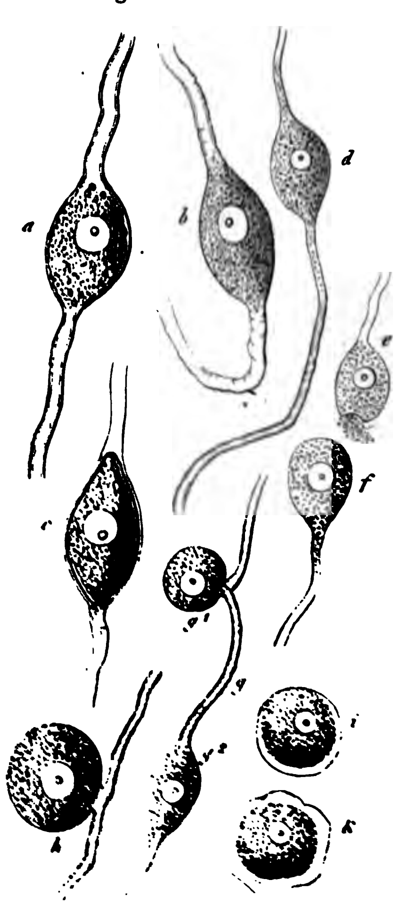


Fig. 304. Nervenzellen aus den peripherischen Ganglien von *Gadus lota*. *a. b. c* Bipolare, in Verbindung mit breiten Nervenfasern. *d* eine gleiche Zelle in schmale Nervenfasern ausgehend; *e* eine ebenso beschaffene, deren eine Nervenfaser abgerissen ist; *f* eine unipolare Zelle mit schmaler Nervenröhre; *g* zwei bipolare Zellen (*g*¹, *g*²) in eigenthümlicher Verbindung mit feineren Nervenröhren; *h* eine andere bipolare Zelle; *i. k* zwei apolare Ganglienzellen.

Seltene Ausnahmefälle bilden ein bipolarer Ursprung, wie ihn *h* zeigt, oder ein Vorkommen zweier Ganglienzellen an einer und derselben Nervenröhre, wie *g* vorführt.

Dass die neurilemmige Hülle oder Kapsel dieser Ganglienkörper kontinuirlich zur bindegewebigen Primitivscheide der Nervenröhre wird, lehren die bildlichen Darstellungen. Multipolare Ganglienzellen kommen in den peripherischen Knoten des Fisches nicht vor. Sehr selten schon sind solche mit drei Fortsätzen (*Stannius*).

Die Erkennung der entsprechenden Strukturverhältnisse bei Mensch und Säugethier [6]) ist wegen der grösseren Menge bindegewebiger Zwischensubstanz viel schwieriger, und verstümmelte Ganglienzellen bilden sehr häufige Vorkommnisse. Wir dürfen also vorläufig vom Fisch durchaus noch nicht auf das Säugethier schliessen.

Indessen kann auch hier bei vorurtheilsfreier Prüfung die Existenz apolarer, unipolarer und bipolarer Ganglienzellen nicht wohl geläugnet werden, während man sich über die relative Häufigkeit oder Seltenheit der einen und anderen Zellenformation noch nicht im Klaren befindet.

Als vielen peripherischen ganglionären Massen, ebenso der Endausbreitung des Sehnerven in der Retina eigenthümlich, müssen die multipolaren Ganglienzellen festgehalten werden. Sie wurden von *Remak* für den Sympathikus entdeckt [7].

Ebenso kommen, und zwar möglicherweise ausschliesslich, derartige multipolare Ganglienzellen in der grauen Masse von Gehirn und Rückenmark vor (Fig. 305), indem fortsatzlose oder mit einem und zwei Ausläufern versehene nur verstümmelt sein sollen [*Wagner*, *Schröder van der Kolk* [8]]. Diese Zellen, welche entweder nur eine blasse Substanzmasse (2) oder daneben noch bräunliche und schwarze (4) Pigmentkörperchen besitzen, zeigen eine sehr wechselnde Anzahl der Ausläufer, von 4, 6 bis 12, 15, 20 und mehr (1—4). Letztere erscheinen bei schwächeren Vergrösserungen theils als breite oder schmale Fortsetzungen der feinkörnigen Zellenmasse (2. *c*), theils homogen (1. *a*). Durch eine Reihe sich wiederholender Theilungen (4) zerspaltet sich ein Theil jener Ausläufer schliesslich zu Fädchen von bedeutender Feinheit. Andere sollen als Kommissuren (2. *c*. 3. *b*) die Ganglienzellen zu physiologischen Einheiten verbinden [9]; endlich hat man Axenzylinder entspringen sehen (Fig. 305 1. *a*. *b*. 3. *c*. und 299. *g* *).



Fig. 305. Multipolare Ganglienzellen aus dem Gehirn des Menschen. 1. Eine Zelle, deren einer Fortsatz *a* zu Axenzylinder einer Nervenfaser *b* wird; 2. eine Zelle *a* mit der andern *b* durch eine Kommissur *c* verbunden; 3. Schema dreier Zellen *a*, durch Kommissuren *b* zusammenhängend und in Nervenfasern *c* ausgehend; 4. eine mit schwarzem Pigment erfüllte multipolare Zelle.

Es ist zur Zeit noch nicht möglich, die geschilderten Verschiedenheiten der Ganglienkörper irgendwie sicher mit differenten Funktionen in Einklang zu bringen [10].

Anmerkung: 1) Die älteren histologischen Arbeiten der 30er Jahre kannten nur apolare Ganglienzellen, welche damals nach der Annahme einer blossen Juxtaposition von Zelle und Faser zu »Belegungskörpern« wurden. Vergl. *Valentin*, *Nova Acta Leopold*. *Vol*. 18. *P*. 1, *p*. 51. Zwar hatte schon 1838 *Purkinje* die Fortsätze der Ganglienzellen gesehen, aber ihre Bedeutung nicht erkannt (Bericht über die Versammlung deutscher Naturforscher in Prag im Jahre 1838). Nachdem für Wirbellose *Helmholtz* und *Will* einseitige Faserursprünge getroffen hatten, konstatirte sie *Koelliker* als der Erste für die Wirbelthiere (Die Selbstständigkeit und Abhängigkeit des sympathischen Nervensystems. Zürich 1844). Einen bedeutenden Fortschritt machte der Gegenstand im Jahre 1847 mit dem Nachweisse bipolarer Zellen zunächst bei Fischen durch *Wagner* (Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigungen der Nerven und die Struktur der Ganglien. Leipzig, sowie ferner Handw. d. Phys. Bd. 3. Abth. 1, S. 360), *Robin* (Institut von 1847. No. 687 u. 699) und *Bidder* (Zur Lehre von dem Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern. Leipzig 1847). — Unter den sich zunächst anschliessenden Arbeiten vergl. man *Stannius*, Das peripherische Nervensystem der Fische. Rostock 1849 und *Koelliker* in der Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 1, S. 135. — 2) Nach älteren, später revidirten Untersuchungen. — 3) *Phil. Transactions for the year* 1863. *Vol*. 153, *Part*. II, *p*. 543. Es ist Manches über diesen Gegenstand verhandelt worden. Wir verweisen auf die späteren, § 179, Anm. 1 erwähnten Arbeiten von *Kollmann* und *Arnstein*, von *Courvoisier*, sowie auf *Koel-*

liker's Gewebelehre, 5. Aufl. S. 255. — 4) *Küttner* (*De origine nervi sympathici ranarum. Dorpati* 1854. *Diss.*) statuirt für den Sympathikus des Frosches nur unipolare Zellen mit einem in zwei Nervenröhren sich zerspaltenden Fortsatze. Bipolare fand auch *Beale* nur selten. — 5) In einer ausgezeichneten Arbeit (*Observationes de retinae structura penitiori, p.* 22) unterscheidet *M. Schultze* — und nach demjenigen, was eigene Beobachtungen gelehrt haben, mit Recht — vier Formen der Ganglienzellen (allerdings mit Uebergängen), nämlich: *a*) solche ohne Neurilemm und Markscheide (Gehirn, Rückenmark, Retina), *b*) solche mit Neurilemm, aber ohne Markhülle (Sympathikus und andere peripherische Ganglien mit multipolaren Elementen), *c*) Ganglienzellen mit Markhülle, aber ohne Neurilemm (einzelne bipolare des *N. acusticus*) und *d*) Ganglienkörper mit Markscheide und einem Neurilemm (bipolare Zellen in den Spinalknoten). Ihnen entsprechen vier Erscheinungsweisen der Nervenfasern, nämlich *a*) nackte Axenzylinder, *b*) Axenzylinder mit Neurilemm, aber ohne Markscheide (Olfaktorius und *Remak*'sche Elemente), *c*) Axenzylinder ohne Primitivscheide, aber mit Markumhüllung (so z. B. die in der weissen Substanz der Zentralorgane) und *d*) Axenzylinder, welche von Mark und Neurilemm umgeben werden (die bekannte Erscheinungsform). — 6) Man s. die Arbeiten von *Wagner*, *Bidder*, *Koelliker*. — 7) Monatsberichte der Berliner Akademie von 1854, S. 26. Bestätigende Beobachtungen bei *Koelliker* (Handbuch 4. Aufl., S. 359). Man vergl. auch *Leydig*'s Werk S. 172. Auch *Stieda* (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 19, S. 15) traf multipolare Ganglienzellen im Sympathikus der Vögel. Man s. auch noch *S. Mayer* in *Stricker*'s Handbuch S. 809. — 8) *Wagner*'s Neurol. Untersuchungen. Göttingen 1854, S. 41 und 157; *Schröder van der Kolk, Anatomisch-physiol. onderzoek over het fijnere zamenstel in de werking van het ruggemerg. Amsterdam* 1854. — 9) Die eben erwähnten Kommissuren zentraler Ganglienzellen werden auffallender Weise durch *Deiters* (a. a. O. S. 67) gänzlich in Abrede gestellt. Ich habe sie vor längeren Jahren, wie ich jetzt noch annehme, ein paar Mal mit aller Sicherheit gesehen. Auch *L. Besser* (*Virchow*'s Archiv Bd. 36, S. 134), *F. Jolly* (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. 17, S. 459), *R. Arndt* (Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 3, S. 464) u. A. bringen in neuester Zeit bestätigende Beobachtungen. Genaue Literaturangaben darüber enthält *Henle*'s Nervenlehre S. 25. — Man kann allerdings daran denken, derartige Bilder auf erfolgte Theilung einer Ganglienzelle zu beziehen. — 10) *Jacubowitsch* (Mittheilungen über die feinere Struktur des Gehirns und Rückenmarks. Breslau 1857, S. 2) wollte in den Zentralorganen des Nervensystems drei Arten von Ganglienzellen nach Grösse und Gestalt unterscheiden, nämlich motorische, sensible und sympathische. Ebenso unhaltbar ist eine von *Mauthner* (a. a. O. S. 485) versuchte Trennung nach dem Verhalten gegen eine ammoniakalische Karminlösung, wobei sogar vier Arten herausgekommen sind.

§ 179.

Wie bei den Nervenröhren erhebt sich am Schlusse unserer Erörterung der Ganglienzellen die Frage: ist in dem Geschilderten der ganze Bau des Gebildes gelegen, oder hat der Ganglienkörper noch eine weitere feinere Textur?

Hierüber liegt zur Zeit nur ein meistens sehr unsicheres Material höchst verschiedenartiger Angaben vor. So hat man die Nervenfaser, d. h. deren Axenzylinder vom Kern oder Kernkörperchen entspringen lassen wollen. Es mögen hier (abgesehen von manchen optischen Täuschungen) gewiss vereinzelte richtige Beobachtungen zu Grunde liegen; doch kaum dürfte es sich um mehr als vereinzelte Ausnahmefälle handeln[1].

Für richtig halten wir dagegen (nach demjenigen, was eigene Beobachtungen uns gelehrt) einen von *Beale*[2]) in der Neuzeit gemachten, die sympathische Ganglienzelle des Frosches betreffenden Fund (Fig. 306). Vom rundlichen oder birnförmigen Gebilde tritt an dem zugespitzten Ende, und zwar aus dem inneren Theile des Zellenkörpers kommend, eine gerade Faser ab, an welcher man nicht selten einen Kern bemerkt (*c. e*). Umgeben wird diese durch eine oder mehrere feine Spiralfasern, welche ebenfalls Kerne darbieten. Sie entspringen von der Oberfläche des Zellenkörpers mit dicht gedrängten Spiralwindungen (*d. d*), machen dann, die gerade Faser umspinnend, immer weitere Windungsgänge, bis sich endlich die letzteren in eine gerade verlaufende und mit besonderer Scheide weitergehende Faser auflösen (*f*). Die zuerst erwähnte Faser, welche, wie schon bemerkt, aus der Tiefe des Zellenkörpers kommt, ohne dass jedoch ein Entspringen vom Kern mit Sicherheit darzuthun wäre, ist nervös. Der spiraligen will *Beale*

diesen Charakter ebenfalls vindiziren, während sie uns in der Regel als eine elastische erschienen ist. Doch sind wir weit entfernt davon, die Möglichkeit zu läugnen, dass bei einem doppelten Faserursprung an dem einen Pole des Ganglienkörpers nicht die eine Nervenfaser die andere spiralig umgreifen könne. Noch höhere Komplikationen des Baues behauptet für solche Ganglienzellen *J. Arnold*[3].

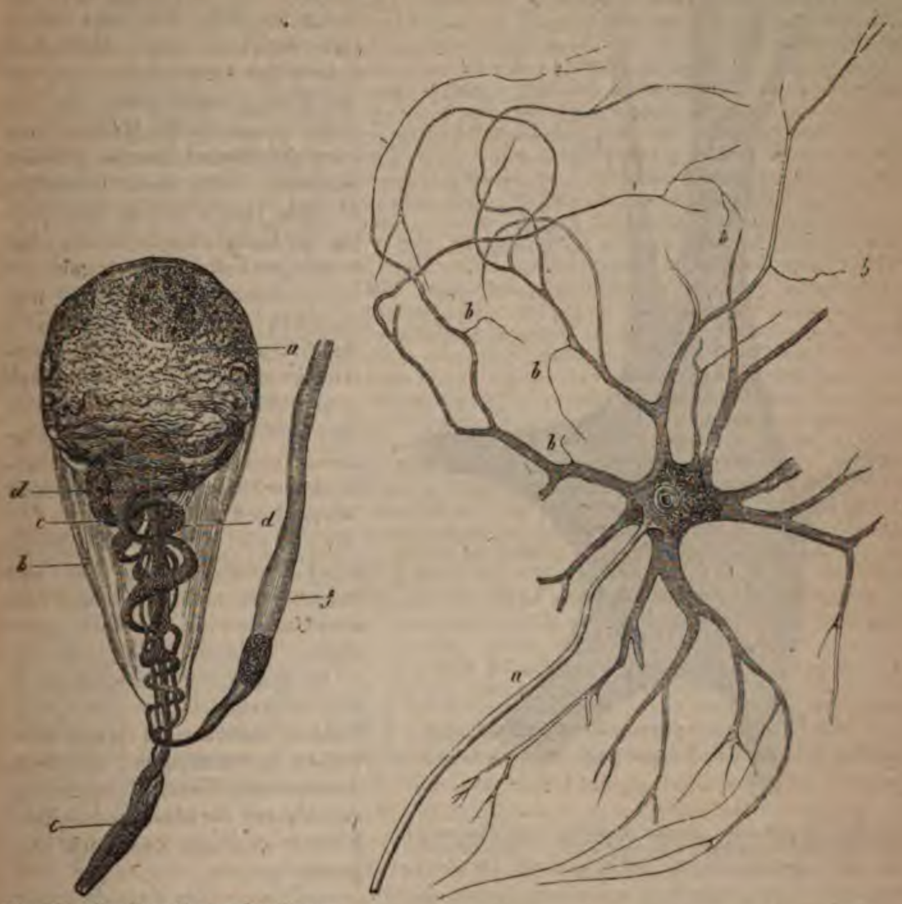


Fig. 306. Ganglienzelle aus dem Sympathikus des Laubfrosches (nach *Beale*). *a* Zellenkörper; *b* Hülle; *c* gerade nervöse Faser und *d* spiralige Fasern; Fortsetzung der ersteren *e* und der letzteren *f*.

Fig. 307. Multipolare Ganglienzelle aus dem Vorderhorn des Rückenmarks (vom Ochsen) mit dem Axenzylinderfortsatz (*a*) und den verzweigten Protoplasmafortsätzen, von welchen bei *b* feinste Fädchen entspringen (nach *Deiters*).

Deiters[4]) fand eine Duplizität der Ausläufer an der zentralen Zelle (Fig. 307). Die Mehrzahl der Fortsätze bildet nämlich nur Fortsetzungen derselben protoplasmaartigen Substanz, wie sie den Körper der Ganglienzelle herstellt. Diese (»Protoplasmafortsätze«) verzweigen sich mit wiederholter Astabgabe auf das Manchfachste, bis sie zuletzt mit Endästchen grösster Feinheit in der Stützsubstanz untertauchen. Von jenen Protoplasmaausläufern unterscheidet sich dann auf den ersten Blick ein ausgezeichneter langer Fortsatz (*a*), welcher entweder aus dem Zellenkörper selbst oder von einem der ersten breitesten Ausläufer entspringt, niemals sich verzweigt, und später von einer Markscheide bekleidet wird (»Axenzylinderfortsatz«). Es ist leicht, sich hiervon zu überzeugen.

Man erkennt endlich noch ganz feine, von den Protoplasmaausläufern recht-

winklig abtretende Fädchen (*b. b*), in welchen *Deiters* (ohne jedoch diesen Satz begründen zu können) ein zweites System dünnster Axenzylinder sehen zu müssen glaubte.

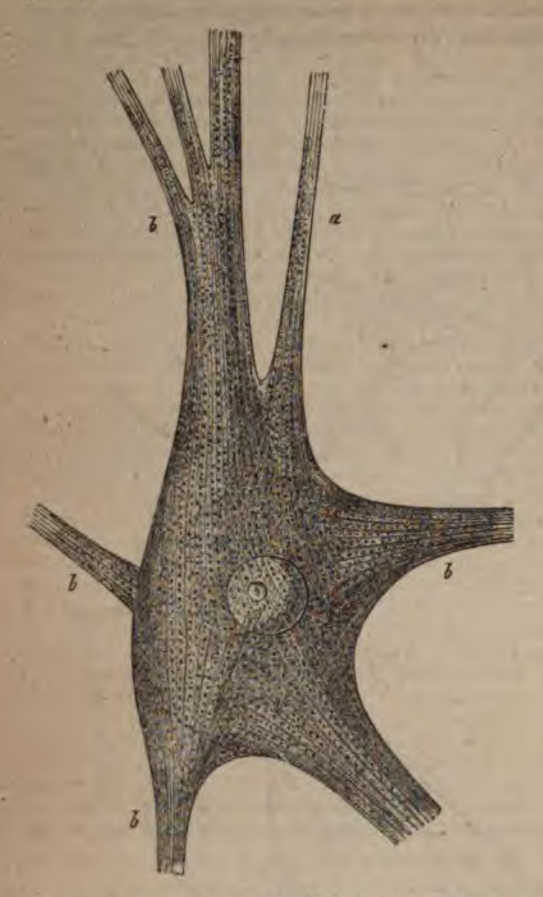


Fig. 308. Ganglienzelle aus dem Vorderhorn des Rückenmarks vom Ochsen nach *Schultze*. *a* Axenzylinder; *b* Zellenfortsätze.

Nach neuen Untersuchungen *Schultze*'s [5]) bieten beiderlei Ausläufer jener zentralen Ganglienzellen (Fig. 308) eine fibrilläre Struktur dar (deutlicher jedoch der Axenzylinder- (*a*) als die Protoplasmafortsätze (*b*), in welch' letzteren die Menge einer körnigen Zwischenmasse grösser ausfüllt). Alle diese Primitivfibrillen lassen sich in den Körper der Ganglienzelle hinein verfolgen, und sind hier, eingebettet in fein molekulärer Masse, namentlich in der Rindenpartie deutlich zu erkennen. Der Verlauf ist ein komplizirter, indem man bald divergentes Einstrahlen, bald ein Gewirr sich durchkreuzender feiner Fädchen erhält. Eine Verbindung mit Kern oder Nukleolus findet nicht statt. Ob wir hier einen wahren Ursprung jener Primitivfibrillen vor uns haben, ob nicht vielleicht nur eine Umlagerung derselben stattfindet, in dem Sinne, dass sie z. B. durch die verschiedenen Protoplasmafortsätze von entfernten Bezirken in einen Zellenkörper eindringen, um zum Axenzylinderfortsatz gesammelt auszutreten — diese und andere Fragen sind zur Zeit noch ungelöst [6]).

Anmerkung: 1) Man vergl. darüber *E. Harless* (*Müller*'s Archiv 1846, S. 283); *C. F. Axmann* (*De gangliorum systematis structura penitiori. Berolini* 1847, *Diss.*); *N. Lieberkühn* (*De structura gangliorum penitiori. Berolini* 18'9. *Diss.*); *G. Wagner* (Zeitschr. für wissensch. Zoologie Bd. 8, S. 455); *Hensen* ebendaselbst Bd. 11, S. 271 (Note), sowie die Bemerkungen von *Koelliker* (Gewebelehre 4. Aufl. S. 293) und *Leydig* (Vom Bau des thierischen Körpers, Bd. 1, S. 90); *Arnold* in *Virchow*'s Archiv Bd. 32, S. 1 und Bd. 41, S. 178; *Kollmann* und *Arnstein*, Zeitschrift für Biologie Bd. 6, S. 271; *F. Jolly* a. a. O. S. 443; *Courvoisier*, im Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 2, S. 13 und Bd. 4, S. 125; *Frommann* in *Virchow*'s Archiv Bd. 31, S. 129; *F. Bidder* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1867, S. 1; *Guye* a. a. O. Man vergl. hierzu noch als neueste negirende Angaben *Schultze* im *Deiters*'schen Werk und *Observ. de structura cellularum fibrarumque nervearum*; *Koelliker* in der neuesten Auflage seiner Gewebelehre S. 253, sowie *G. Schwalbe* a. a. O. S. 63. Auch wir stellen uns auf die letztere Seite. — 2) S. dessen Aufsatz in *Phil. Transact. for the year* 1863, *Part.* II, *p.* 543. Mit der von uns im Texte gegebenen Deutung der Spiralfaser als einer nicht nervösen, sondern wohl elastischen stimmen auch *W. Krause* (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R. Bd. 23. S. 60), *J. Schramm* (Neue Untersuchungen über den Bau der Spinalganglien, Dorpat 1864. Diss.), *O. Fräntzel* (*Virchow*'s Archiv Bd. 38, S. 551) und theilweise *Schwalbe* (a. a. O. S. 69). — 3) Nach dem Verfasser setzt sich der Axenzylinder der »geraden« Nervenfaser durch den Zellenkörper fort, um in

dessen Nukleolus zu endigen, während von dem äusseren Umfange des Kernkörperchens mehrere (bis zu 5) feine Fasern entspringen, welche sich im Kern wie im Zellenkörper theilen, und abermals verbinden, so dass ein Fadennetz entsteht, welches dann zusammentretend die Spiralfaser bilden soll. Letztere, von nervöser Natur, läuft später in besonderer Scheide weiter. Zu jenen Angaben *Arnold*'s haben ihre Zustimmung mehr oder weniger erklärt *Courvoisier* a. a. O. (doch hinterher fast widerrufend a. a. O. Bd. 4, S. 142), *Kollmann* und *Arnstein*, *Guye*, *Bidder l. l. c. c.*, *J. Friedländer* (in *Bezold*'s Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium in Würzburg. Heft 2, S. 159. Leipzig 1867). Nachprüfungen, welche ich 1866 an der Hand der *Arnold*'schen Methoden vornahm, bestätigen dieses nicht. Fadenförmige Gerinnungen der Inhaltsmasse des Kerns und Zellenkörpers scheinen den Verfasser getäuscht zu haben. Ich habe die Satisfaktion, dass dieser damals niedergeschriebene Satz hinterher durch *Sander*, *Fräntzel*, *Koelliker*, *Schwalbe* bestätigt worden ist, obgleich meine kurzen Angaben natürlich unbeachtet geblieben sind. — 4) a. a. O. S. 55. Schon *R. Wagner* (Neurologische Untersuchungen S. 111) hatte 1851 Aehnliches, wenngleich unbestimmt, angenommen, alsdann *Remak* (Deutsche Klinik 1855, Nr. 27) den einzigen entspringenden Axenzylinder richtig beobachtet. Weitere Bestätigungen erhielten wir später durch *Schultze* (im *Deiters*'schen Buche S. XV), *Boddaert* (*Bulletin de l'Academie royale de Belgique* 1865, *Tome* 1, *Nr.* 4), *Jolly* (a. a. O.), *Koelliker* (Gewebelehre S. 276), *Arnold* in *Virchow*'s Archiv Bd. 41, S. 183, *R. Arndt* (Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 3, S. 441), *A. Koschennikoff* (ebendaselbst, Bd. 5, S. 332) und *H. Hadlich* (*Virchow*'s Arch. Bd. 46, S. 218). — 5) Schon aus älterer Zeit liegen derartige Angaben über eine komplizirtere Struktur der Ganglienzelle vor. So hatte bereits *Stilling* (a. a. O.) wie der Nervenfaser so auch den zelligen Elementen eine Zusammensetzung aus feinsten Röhrchen zugeschrieben, wohl verführt durch Gerinnungsprodukte einer konzentrirteren Chromsäurelösung. Für die Zellen in den Spinalknoten der Rochen hatte *Remak* (Monatsberichte der Berliner Akademie 1853) feine Inhaltsfibrillen beschrieben. Ein konzentrisches Gefüge des Zellenkörpers berichten für wirbellose Geschöpfe *Leydig* (Vom Bau etc. Bd. 1, S. 85) und *G. Walter* (a. a. O.). Später hat *Frommann* (*Virchow*'s Archiv Bd. 31, S. 129, Bd. 32, S. 231 und Bd. 33, S. 168) mit Hülfe der Versilberungsmethode eigenthümliche Resultate erhalten. Er sah nämlich in den Ausläufern und dem Körper der Ganglienzellen feine Fibrillen, und erkannte, wie derartige aus dem Kernkörperchen entspringende Fibrillen von Röhren, welche aus dem Nukleus hervorgingen, scheidenartig umgeben wurden. Zu verwandten Resultaten gelangte neuerdings auch *Arnold* (a. a. O.). Fibrillär oder körnig-fibrillär findet dann *M. Schultze* (im *Deiters*'schen Werk S. XV, *De structura etc.* und im *Stricker*'schen Handbuch S. 128) zwar nicht den Kern, jedoch die Substanz der zentralen Ganglienzellen. Zu den gleichen Resultaten gelangte kürzlich noch *Babuchin* (Centralblatt 1868, S. 755). Auch *Beale* (*Quart. Journ. of micr. science* 1865, *p.* 90) berichtet für die Ganglienzellen der Zentralorgane von Mensch und Säugethier Aehnliches. *Jolly* dagegen erklärt jene Streifen und Fibrillen für Kunstprodukte, und auch *Besser* (l. c.) hält sie nicht für präexistirend. — 6) Eine fibrilläre Struktur des Körpers peripherischer Ganglienzellen lässt sich an manchen der Spinal- und sympathischen Knoten gegen den Austritt der Nervenfasern hin erkennen. Am geeignetsten sind die multipolaren Zellen des Säugethiersympathikus (*Schwalbe* a. a. O. S. 59).

§ 180.

Nach der Kenntniss der beiderlei Formelemente des Nervensystems wenden wir uns zur Erörterung ihrer **allgemeinen Anordnung** in den **peripherischen Nervenapparaten.**

Die Gehirn- und Rückenmarksnerven, durch ihre weisse Farbe von den mehr grauen und grauröthlichen des Sympathikus unterschieden, werden beim Austritte aus den Zentren von einer zarten bindegewebigen Hülle umgeben, die dann beim Durchgange durch die *Dura mater* von letzterer weitere verstärkende Bindegewebebündel empfängt, und zu dem wird, was man früher Neurilemm nannte, was wir aber als **Perineurium**[1]) bezeichnen wollen.

Nach innen erstreckt sich dieses Perineurium zwischen die Bündel der Nervenfasern, deren man, ähnlich wie beim Muskel, primäre und sekundäre unterscheiden kann, und in denen die Nervenröhren schon so gruppirt liegen, wie sie später die Bahn verlassen sollen. Es bewahrt das Bindegewebe einmal noch den faserigen Charakter, namentlich um grössere Zusammenfassungen von Nervenröhren, während es um die primären Faszikel mehr als homogene kernführende Masse erscheint. Um die Markscheiden der im Stamm enthaltenen Nervenröhren modifizirt zur homogenen Substanz stellt es die uns bekannte Primitivscheide dar.

Ein spärliches, gestrecktes, aus feinen, 0,0056 mm messenden Röhren bestehendes Kapillarnetz durchzieht endlich den Nervenstamm.

Indem in der Nervenbahn die Primitivfasern unverändert neben einander herlaufen, ohne sich in ihrer Funktion zu bestimmen, sind alle die Aeste, Anastomosen und Geflechtbildungen für den Physiologen ziemlich gleichgültige Anordnungen [2].

Bekanntlich findet als Regel eine spitzwinklige fortgehende Zerspaltung des Nervenstammes im Verlaufe zur Peripherie statt. Es verlassen hierbei bündelweise Primitivröhren den Stamm oder die bis dahin gemeinschaftliche Strasse, biegen seitlich ab, um getrennt ihren Weg zum Organe fortzusetzen. Die Energie der einzelnen Fasern wird hierdurch in keiner Weise bestimmt. Wohl aber kann ein aus empfindenden und bewegenden Faserbündeln gemischter Nerv durch die Astbildung wiederum eine Trennung der letzteren erleiden.

Die Anastomosen, für den Austausch verschiedener Fasergattungen mit einander von anatomischem Werthe, sind Vereinigungen zwischen benachbarten Nerven oder Nervenzweigen. Man kann einfache und doppelseitige Anastomosen unterscheiden. In dem ersteren Falle geht durch den verbindenden Zweig eine Anzahl Nervenröhren in einen andern Stamm, um in diesem ihren Weg fortzusetzen; im zweiten tauschen beide Nerven Fasermassen gegen einander aus.

In weiterem Verlaufe führt dieser Faseraustausch benachbarter Nerven zum Geflechte oder *Plexus*.

Verästelungen, Anastomosen und Plexusbildungen erhalten sich bis zu Stämmen von mikroskopischer Feinheit, bis in die Organe hinein, wo die Nervenröhren endigen sollen. Gerade in letzteren, unmittelbar vor der terminalen Ausstrahlung, ist die Plexusbildung eine sehr allgemeine, in älterer und neuerer Zeit vielfach beschriebene Anordnung. In grösseren massenhafteren Nervengeflechten beobachtet man nur den Austausch einzelner Primitivfasern, während in den feinsten oder sogenannten Endplexus vielfach Theilungen der Nervenröhren und netzartige Verbindungen der Zweige getroffen worden sind.

In dem ganzen Verlaufe vom Zentrum bis gegen die peripherische Ausbreitung ändert die Nervenfaser ihren Charakter gar nicht und ihren Querdurchmesser nur wenig.

Mit der fortgehenden Verästelung eines Nervenstammes treten aber Modifikationen der bindegewebigen Umscheidung ein. Diese nimmt vom Stamme zu den Zweigen an Stärke ab, erscheint bei feinen Aesten nicht mehr fibrillär, sondern nur streifig, um schliesslich an den Endzweigen zu homogener kernführender Masse zu werden. Solches Perineurium in einfachster Form kann an Stämmchen vorkommen, welche nur noch ein Paar Primitivfasern umschliessen. Ja die einzelne Nervenröhre vermag über längere Strecken noch in einer derartigen Umhüllung durch das Gewebe zu verlaufen, bis sie endlich unter Verlust dieser zur Endigung gelangt. In derartigen Fällen ist die bindegewebige Umhüllung Perineurium und Neurilemm zugleich. Doch werden diese Verhältnisse vielfach anders aufgefasst, indem man in jenem vereinfachten Perineurium eine dicke Primitivscheide erblickt [3].

Auch die Stämme und Aestchen des Sympathikus verhalten sich im Wesentlichen gleich. Nur treten hier oftmals in grösster Menge die früher (§ 176) geschilderten *Remak*'schen Fasern auf.

Anmerkung: 1) Der Name ist von *Robin* für die vereinfachte bindegewebige Umhüllung feinster Stämmchen zuerst benutzt worden. S. *Archives générales de médecine*. 1854, *p*. 323. — 2) Bei Fischen, nicht aber Säugethieren, begegnete *Stannius* in den Nervenstämmen häufigeren Theilungen der Primitivfasern (Archiv für physiol. Heilkunde 1850, S. 75). — 3) Als Beispiel sehe man *Koelliker*'s Gewebelehre 4. Aufl., S. 282.

§ 181.

Die Frage, wie die Nervenfasern an der Peripherie, in den Organen endigen, hat die Anatomen und Physiologen von jeher viel beschäftigt. Es versteht sich, dass eine ältere Epoche ohne die mikroskopische Analyse späterer Tage darüber nur zu Vermuthungen gelangen konnte. Man stellte sich in solcher Weise vor, dass die Nervenzweige in immer feinere Aeste zerfielen, und dass die letzteren endlich mit dem Organgewebe eine Verschmelzung eingingen.

Mit Hülfe des Mikroskops gelang es in den 30er Jahren leicht, die fortgehende Zerspaltung der Nervenzweigchen bis zu den dünnsten Stämmen zu verfolgen, den Verlauf derselben durch das Gewebe hier und da zu erkennen, sowie die vorhin (§ 180) erwähnten feinsten Anastomosen und Plexusbildungen darzulegen.

Damals wollte eine Anzahl von Forschern, und zwar in den verschiedensten Organen, eine schlingenförmige Endigung gefunden haben. Zwei Nervenfasern sollten nämlich an der Peripherie in Gestalt eines bald steileren, bald weniger gekrümmten Bogens in einander übergehen, oder — was im Grunde genommen nur ein anderer Ausdruck der angeblichen Beobachtung — es sollte eine Nervenröhre peripherisch umbiegend nach dem Zentralorgan wieder zurück laufen, sei es in dem gleichen oder einem benachbarten Nervenstämmchen [1]). Die Theorie dieser Endschlingen, welche sowohl für motorische als sensible Fasern behauptet wurden, führte indessen zu grossen physiologischen Schwierigkeiten [2]).

Gegenwärtig, durch eine Reihe neuerer und viel gründlicherer Untersuchungen, sind jene Schlingen zwar als häufigere Vorkommnisse bei der peripherischen Ausstrahlung der Nerven konstatirt worden, zugleich aber hat es sich herausgestellt, dass ihnen keine terminale Bedeutung zukommt, indem die Nervenfaser in solchem bogigen Verlaufe noch nicht an das Ende ihrer Bahn gelangt ist. Die schlingenförmige Endigung der Nervenröhren ist demnach aus der Gewebelehre wieder verschwunden.

Nach dem gegenwärtigen, immer aber noch sehr ungenügenden Wissen enden die Nervenfasern marklos, einmal in Gestalt des unverzweigten oder ramifizirten Axenzylinders, dann in Form der Primitivfibrillen. Vielfach hat man hierbei ein Auslaufen in besondere Terminalgebilde oder Endkörperchen getroffen. Dieselben sind entweder Zellenkomplexe oder Einzelzellen.

Anmerkung: 1) Die schlingenförmige Endigung der Nerven in zahlreichen Organen, wie den willkürlichen Muskeln, dem Zahnsäckchen, der Zunge, Haut, dem Auge und Gehörorgan, wurde durch die verschiedensten Forscher vergangener Tage behauptet. — 2) Vergl. *Volkmann*'s Artikel: »Nervenphysiologie« im Handw. d. Phys. Bd. 2, S. 653. »In der Nervenphysik sind die Schlingen nicht nur etwas Räthselhaftes, sondern etwas Unbrauchbares und, man möchte sagen, Absurdes«.

§ 182.

Die Endigung motorischer Nerven in den quergestreiften Muskeln (Fig. 309) schien eine Zeit lang durch die Arbeiten *R. Wagner*'s und *Reichert*'s [1]) ziemlich sicher erkannt zu sein. Man glaubte, dass unter fortgehender Theilung die motorische Nervenröhre in Gestalt blasser Endfäden an der querstreifigen Faser aufhörte. Vermöge dieser sich wiederholenden Zerspaltung konnte dann von wenigen Primitivfasern aus eine beträchtliche Anzahl terminaler Endzweige gebildet werden [2]).

Es ist verhältnissmässig sehr leicht soweit zu beobachten, z. B. am Brusthautmuskel des Frosches.

Ebenso überzeugt man sich, dass jene gewaltige Verästelung der motorischen

Nervenfaser eine Eigenthümlichkeit der niederen Wirbelthiere ist. Auch bei Fischen kann jene über 100 Endigungen bilden, und Primitivfasern, welche über 50 Muskelfäden versorgen, sind keine Seltenheiten.

Bei den höheren Wirbelthieren dagegen werden diese Theilungen immer seltener und seltener, so dass sie beim Säugethier nur noch Ausnahmen bilden. Die Zahl- der Muskel- und Nervenfäden wird nahezu die gleiche, — eine physiologisch wichtige Thatsache.

Untersucht man einen dünnen durchsichtigen Muskel des Frosches, so entdeckt man ohne Weiteres die eingetretenen, bald mehr schief über, bald mehr parallel den Fäden laufenden Nervenstämmchen mit ihren zahlreichen Verästelungen und anastomotischen Verbindungen. Ebenso zeigen Mensch und Säugethier einen plexusartigen Austausch zwischen benachbarten Stämmchen.



Fig. 309. Ausbreitung der Nerven in den willkürlichen Muskeln vom Frosche. Eine Nervenfaser *a* ohne Neurilemm mit mehrfach sich wiederholender Theilung bis zu einigen feinen scheinbaren Endästen *b. b*; *c* eine Nervenfaser mit einer dicken Hülle ohne Theilung.

Schon an der Aststelle letzterer, namentlich wenn sie zu einer bedeutenderen Feinheit und einem Gehalte von nur wenigen Primitivfasern herabgesunken sind, gewahrt man nicht selten, wie eine Nervenfaser plötzlich und zwar meistens unter einer Einschnürung in zwei oder auch wohl mehrere Aeste zerfällt, welche das gleiche markhaltige Ansehen der Stammfaser erkennen lassen, und aus letzterer nach der Gestalt des ganzen Nervenastes bald spitzwinklig, bald stark divergirend hervorgehen. Doch sind hier leicht Täuschungen möglich.

Da, wo jedoch in weiterem Verlaufe der Ramifikationen die Nervenfasern entweder nur noch vereinzelt oder in ganz geringer Anzahl beisammen liegend den Muskel meist schräg durchsetzen (Fig. 309. *a*), stellt sich die weitere Verästelung jener auf das Schärfste heraus.

Die gewöhnlichste Art der Verzweigung ist der Zerfall in zwei Aeste; selten in drei oder gar vier und mehr. Die Aeste selbst sind entweder von gleicher Breite oder einander ungleich (*a* unten und in der Mitte). Die Einschnürung der Nervenröhre an der Theilungsstelle kann fehlen, kann aber umgekehrt schwach oder auch sehr stark ausgesprochen sein. Eine vollständige Trennung des Zusammenhanges, so dass nur die leere Primitivscheide übrig bliebe, ist immer ein künst-

liches Verhältniss. Dagegen scheint der Axenzylinder manchmal hier unumhüllt vom Nervenmark als natürliche Bildung übrig zu bleiben.

Die Theilung jenes Axenzylinders ist im Uebrigen wohl kaum mehr als die Trennung des ursprünglichen Primitivfibrillenbündels in zwei neue Fibrillenstränge von geringerem Quermesser.

In Folge der sich wiederholenden Theilungen sieht man allmählich die Nervenfasern, welche in Gestalt breiter, doppelt kontourirter Röhren von $0,0142$—$0,0113^{mm}$ eingetreten waren, zu mittelfeinen (bis $0,0056$), sowie zu feinen und nur einfach begrenzten Fäden (*b*) sich gestalten.

Endlich aber bemerkt man die terminalen Zweige von $0,0045$—$0,0038^{mm}$ unter Verlust des dunklen markigen Ansehens und in dem Bilde frei gewordener Axenzylinder an die einzelnen Muskelfäden herantreten, und hier mit zwei kurzen feinen Aestchen von $0,0029$—$0,0023^{mm}$ scheinbar endigen.

In der That glaubte man in jenen blassen Fädchen die wirkliche Endigung erblicken zu müssen, wobei es bei der Schwierigkeit der Untersuchung nur unermittelt bleiben musste, ob jene aussen, auf dem Sarkolemma oder nach Durchbohrung der letzteren im Innern, in der Fleischmasse stattfände.

Durch eine ganze Reihe neuer Forschungen, unter welchen wir hier nur diejenigen von *Beale, Kühne, Margó, Koelliker, Krause, Rouget, Engelmann* hervorheben [3], hat sich ergeben, dass diese frühere Ansicht jedenfalls eine unhaltbare, und dass die wirkliche Endigung über jene angeblichen Terminalzweige hinaus gelegen ist.

Aber in welcher Form und wo — d. h. ob auf oder unter dem Sarkolemma — jenes Enden statthabe, darüber gehen die Ansichten der Forscher bis zur Stunde noch auseinander.

Aeusserlich lassen die motorische Nervenfaser endigen *Beale, Koelliker, Krause*, während die übrigen Beobachter — und unserer Ansicht nach mit Recht — die Endigung unter dem Sarkolemma vertreten.

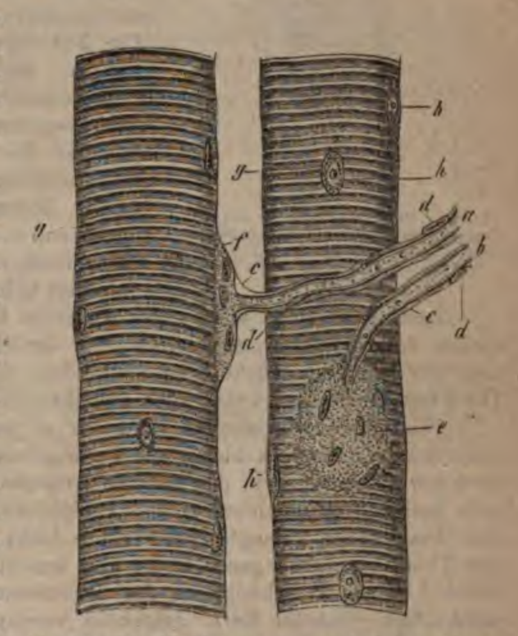


Fig. 310. Zwei Muskelfäden aus dem Psoas des Meerschweinchens mit den Nervenendigungen. *a. b* Die Primitivfasern und ihr Uebergang in die beiden Endplatten *e. f*; *c* Neurilemm mit Kernen *d. d* und übergehend in das Sarkolemma *g. g*; *h* Muskelkerne.

In der That bemerkt man an den Muskeln des Säugethiers (Fig. 310), wie die von abstehender kernhaltiger Scheide (*c. d*) umgebene dunkelrandige Primitivfaser (*a. b*) an den Muskelfaden (*g* links) herantritt, das Sarkolemma durchbohrt, wobei das Neurilemm (*c* links) kontinuirlich in die Scheide des Muskelfadens sich fortsetzt. Unter letzterer (*f* links) schwillt der Endzweig zu einer kernführenden feinkörnigen Masse von plattenartiger Gestalt an. Die letztere geht aber an ihren Rändern (*e. e*) und der konkaven Unterfläche in die Fleischmasse des Fadens über [4].

Man hat dieses Terminalgebilde, welches nur in der Einzahl dem Säugethiermuskelfaden zukommt, passend mit dem Namen der Endplatte (*Krause, Rouget, Engelmann* u. A.) bezeichnet, während ihm *Kühne* den Namen des Nervenhügels beilegte.

Bei Säugethieren, wo die Endplatte wohl ausgebildet ist und einen nicht unbeträchtlichen Theil der Muskeloberfläche umgreift, zeigt dieselbe eine Grösse von 0,0399—0,0602^{mm} bei einer wechselnden Dicke.

Ihre Kerne erscheinen glattrandig, hell, oval mit einem oder zwei Kernkörperchen, und dadurch verschieden von der trüberen Nuklearformation der *Schwann*'schen Scheide, ebenso den Muskelkernen. Sie messen 0,0049—0,0099^{mm}. Die Zahl derselben schwankt von 4 und 6 zu 10 und 20 für die Platte.

Aehnliche Endplatten haben Vögel und beschuppte Amphibien.

Ist aber in dieser Endplatte das Ganze jenes Strukturverhältnisses gegeben, entsteht die feinkörnige Substanz der Endplatte aus der Umwandlung des Axenzylinders oder endet erst letzterer innerhalb jener Masse und bejahenden Falles in welcher Gestalt — alles dieses sind Fragen, welche zur Zeit (und vielleicht lange noch) eine sichere Beantwortung nicht gestatten. An Verschiedenheit der Meinungen herrscht allerdings auch hier kein Mangel.



Fig. 311. Ein Muskelfaden *a* der Eidechse. *b* Nervenfaser; *c* dichotomische Spaltung in der Endplatte mit Uebergang in die *Kühne*'sche Figur *d. d.*

So erkennt man nach den Angaben *Krause*'s im Innern der Endplatte einen blassen, einfachen oder zwei- und dreigetheilten, knopfförmig geendeten Faden (Axenzylinder). Auch *Schönn* bemerkte innerhalb der Platte einen sehr feinen, etwas geschlängelten Faden. Nach den Forschungen *Kühne*'s, welche wir nach eigenen Beobachtungen für richtig halten müssen, ist aber das Verhältniss ein weit komplizirteres. Beim Eintritt in den Endapparat (Fig. 311) theilt sich der Axenzylinder der Nervenfaser, und geht unter weiterer Zweigbildung in eine eigenthümliche blasse, von ausgebuchteten Linien begrenzte, stumpfästige Figur über, (*d. d*). Dieses ist die eigentliche Endplatte. Kerne und feinkörnige Masse des Ganzen, des »Nervenhügels«, liegen unter derselben, der Fleischmasse angrenzend [5]). Eine baumförmige Verzweigung des Axenzylinders in der körnigen Substanz des Nervenhügels behauptet auch *Engelmann* [6]).

Beschränkt sich, wie es den Anschein hat, die Nervenausbreitung auf das Gebiet der Endplatte, so bleiben, da die Einsenkung dieses Gebildes meistens nahe der Mitte am Muskelfaden stattfindet, die Endtheile des letzteren nervenfrei. Die Fleischmasse zeigt aber auch hier ihre lebendige Kontraktilität.

Weitere Schwierigkeiten in dieser so unsicheren und doch physiologisch so hochwichtigen Materie bieten die Terminalverhältnisse des Muskelnerven bei den niederen Wirbelthieren, den nackten Amphibien und Fischen. Hier vermisst man jene komplizirteren mehrkernigen Endplatten. Beim Frosche [7]) gewinnt die an den Muskelfaden gelangte Nervenröhre nicht selten unter rasch sich wiederholenden Theilungen eine ganze Reihe von dunkelrandigen Zweigen (»Endbüsche« von *Kühne*). Nach Durchbohrung des Sarkolemma verlaufen diese in Gestalt intramuskulärer, einzelne Kerne zeigender Axenzylinder innerhalb des Muskelfadens, um dann schliesslich in die Fleischmasse scheinbar überzugehen. Ob hier vereinfachte einkernige Endplatten (*Krause*, *Waldeyer*) vorliegen (die dann auch in Mehrzahl einem Muskelfaden zukommen könnten), — oder ob die erwähnte *Kühne*'sche Figur ausgebreitet über eine ansehnliche Fläche jenes System intramuskulärer Axenzylinder des Frosches darstelle [8]) — dieses müssen fernere Untersuchungen entscheiden.

Auch für den Herzmuskel des Kaninchens behauptet die Existenz der Endplatten *Krause* [9]).

Wesentlich verschieden lauten freilich die Ergebnisse, welche von anderen

Seiten über die Nervenendigung in den quergestreiften Muskeln gewonnen worden sind [10]).

Anmerkung: 1) Die Ersten, welche, und zwar im Jahre 1844, Theilungen der Muskelnervenfasern beobachteten, scheinen *J. Müller* und *Brücke* gewesen zu sein (*Müller*'s Physiologie 4. Aufl., S. 524). Ueber die *Wagner*'schen Arbeiten vergl. man: Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigung der Nerven und die Struktur der Ganglien. Leipzig 1847, sowie Handw. d. Phys. Bd. 3, Abth. 1, S. 385 u. 462; über die *Reichert*'sche *Müller*'s Archiv 1851, S. 29. — 2) So zählte *Reichert* in dem dünnen Hautmuskel des Frosches (mit etwa 160—180 Muskelfäden) 7—10 eintretende Nervenfasern, welche durch die fortgehende Ramifikation schliesslich in 290—340 Endäste ausliefen. — 3) Die neue Literatur über die Endigung der Muskelnervenfasern ist eine sehr grosse. Vergl. *Schaafhausen*, (Amtlicher Bericht der Naturforscher-Versammlung zu Bonn, 1859, S. 193); *Beale* (*Proceedings of the royal Soc. Vol. X, p.* 519, *Phil. Transact. for the year* 1861, *p.* 611 und 1862 *P.* 2, *p.* 889, sowie in seinen *Archives of med. No.* 11, *p.* 257 und im *Quart Journ. of micr. science.* 1863, *p.* 97 und (*Proceedings*) *p.* 302, sowie 1864 *Transact. p.* 94); *Kühne* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1859, S. 564, dessen Monographie: Ueber die peripherischen Endorgane der motorischen Nerven. Leipzig 1862, ferner die Aufsätze in *Virchow*'s Archiv Bd. 24, S. 462, Bd. 27, S. 508, Bd. 28, S. 528, Bd. 29, S. 207 und 433, Bd. 30, S. 187 und Bd. 34, S. 412, sowie endlich dessen Darstellung im *Stricker*'schen Handbuch S. 147; *T. Margó*, Ueber die Endigung der Nerven in der quergestreiften Muskelsubstanz. Pesth 1862; *Koelliker* in der Würzb. naturwissensch. Zeitschrift Bd. 3, S. 1 und Zeitschrift f. wissensch. Zoologie Bd. 12, S. 419, Gewebelehre 5. Aufl., S. 168; *Krause* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R. Bd. 15, S. 189, Bd. 18, S. 136, Bd. 20, S. 1, Bd. 21, S. 77, Bd. 23, S. 157, sowie in den Göttinger Nachrichten, 1868, S. 365 und in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1868, S. 646, sowie ferner dessen Werk: Die motorischen Endplatten der quergestreiften Muskelfasern S. 53; *Rouget* in den *Compt. rend.* 1862, *No.* 13, *Journal de la Physiol.* 1863, *p.* 574; *T. W. Engelmann*, Untersuchungen über den Zusammenhang von Nerv und Muskelfaser. Leipzig 1863 und in der Jenaischen Zeitschr. f. Medizin Bd. 1, S. 322 und Bd. 4, S. 307; *Schönn* ebendas. Bd. 1, S. 46; *B. Naunyn* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1862, S. 481; *C. Aeby* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R. Bd. 14, S. 183 u. 198; *Schiff* in der schweiz. Zeitschr. f. Heilkunde. 1862, S. 171; ferner *Letzerich* im Centralblatt 1863, No. 37; *Waldeyer* a. a. O. (Bd. 20) S. 242; *Cohnheim* in *Virchow*'s Archiv Bd. 34, S. 194; *A. Key* in *Forhandlingar vid skandinaviska naturforskaemötet* 1863; *S. Trinchese* im *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* 1867, *p.* 485; *W. Moxon* im *Quart. Journ. of micr. science* 1866, *p.* 235 (und Archiv f. mikr. Anat. Bd. 3, S. 262). — 4) Es ergibt sich dieses in schönster Weise bei einer Gruppe kleiner spinnenartiger Thiere, den Tardigraden. Hier, wo schon vor längeren Jahren *Doyère* die Nervenendigung, d. h. die Endplatte oder den Nervenhügel, sah, legt sich die hüllenlose Nervenfaser an den gleichfalls hüllenlosen homogenen Muskelfaden, und beiderlei Massen verschmelzen an der Berührungsstelle. *S. R. Greeff* im Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 1, S. 101. — Ueberkleidet man die Nerven- und Muskelfaser mit ihrer Scheide, so gewinnt man das Verhältniss des Säugethiers. — 5) Nach *Rouget* (*Compt. rend. Tome* 59, *No.* 21) ist die Endplatte nicht das eigentliche Terminalgebilde. Die Nervenfaser geht vielmehr (bei Arthropoden) in der Höhe der Endplatte eine Gabeltheilung in zwei Fäden ein, welche die Substanz dieser durchsetzen und unter Auffaserung in der Fleischmasse endigen. In der gleichen Zeitschrift (*Tome* 59, *p.* 809) erklärt derselbe Forscher die *Kühne*'sche Endplatte für ein Artefakt, worin ich ihm vorläufig beistimmen muss. — 6) a. a. O. (Jenaische Zeitschrift Bd. 4). — 7) Ueber diese Verhältnisse der Endplatte bei den niederen Vertebraten s. man *Krause* und *Engelmann*. Von *Kühne* sind intramuskuläre Kerngebilde, namentlich beim Frosch, als »Endknospen« beschrieben worden (s. dessen Monographie). Gegen die *Kühne*'sche Darstellung wurde dann alsbald von vielen Seiten Widerspruch erhoben. — 8) Kürzlich berichtet *Krause* auch für Fische und Amphibien die Existenz einer Endplatte mit komplizirterer Struktur (*Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1868, S. 646). — 9) Göttinger Nachrichten 1867, S. 422. — 10) Unter den abweichenden Auffassungen sind namentlich diejenigen von *Beale*, *Koelliker* und *Margó* zu erwähnen. Nach *Beale* kommt äusserlich auf dem Sarkolemma ein sehr feines kernführendes Netzwerk als Nervenausbreitung vor, welcher Bildung der englische Forscher hier ebensowenig als sonst im Körper eine terminale Bedeutung zuschreibt, da die Nerven nur in Kreisbahnen peripherisch sich verbreiten. Verwandtes hatte früher schon *Schaafhausen* behauptet. Jedenfalls verdienen die Angaben eines Mannes, wie *Beale* und die von ihm benutzte eigenthümliche Untersuchungsmethode grössere Berücksichtigung, als ihnen bisher zu Theil geworden. In dem Endigen, aussen auf dem Sarkolemma, stimmt *Koelliker* zwar mit *Beale* überein; dagegen erkennt er beim Frosche nur blasse Terminalfasern an, welche als Fortsetzungen des Axenzylinders und der Nervenscheide anzusehen sind, und gewöhnlich mit mehrfachen Theilungen frei endigen dürften. Doch kamen ihm einzelne Fälle vor, welche für das Endigen in einem ganz feinen und dichten Netzwerk zu sprechen

schienen. — Ganz anders lauten die Ergebnisse *Margó's*: Der Nerv durchbohrt das Sarkolemma, senkt sich in die Fleischsubstanz ein, und steht hier mit einem eigenthümlichen Terminalapparat in Verbindung. Letzterer aber wird aus der grossen Mehrzahl der Muskelkerne und dem Netzwerk der sogenannten interstitiellen Körnchenreihen (§ 166) gebildet.

§ 183.

Die in die glatte Muskulatur eintretenden Nervenfasern lassen sich in ihrer Endausbreitung viel weniger leicht erkennen. Theilungen kommen indessen auch hier vor, wie man sie z. B. im Magen beim Frosch und Kaninchen [*Ecker* [1])] getroffen hat, ebenso im Herzen der Amphibien [2]), in den zum Uterus laufenden Nerven der Nagethiere [*Kilian* [3])].

Im Mesenterium des Frosches (Fig. 312), an mässig mit Essigsäure aufgehellten Präparaten gelingt es für schmale markhaltige und von dicker Hülle umgebene Nervenfasern mehrere sich wiederholende dichotomische Spaltungen zu beobachten, bis zuletzt die Aeste in die Wandungen der Theile eintreten und sich einer weiteren Beobachtung entziehen. Eine dicke kernführende Hülle umkleidet diese Nervenfasern.

Was wird aber aus diesen in die glatte Muskulatur eingetretenen nervösen Elementen?

Hierüber vermochte man lange Zeit hindurch nur eine sehr ungenügende Auskunft zu geben.

Allerdings hatte man schon vor Jahren Geflechte oder Netze blasser feiner Fädchen mit kernartigen Gebilden an den verbreiterten Knotenpunkten angetroffen [4]).

Manche Forscher hielten jenes feine Netzwerk für ein terminales, und konnten auf die Nervenendigung im elektrischen Organe der Zitterfische sich berufen [5]).

Erst in den letzten Jahren machte *Frankenhäuser* [6]) hier eine wichtige Mittheilung, welche später *Lindgren* [7]) und mit umfassenden Studien kürzlich *Arnold* [8]) bestätigten. Die Nervenfasern der glatten Muskeln dringen mit einem feinen Terminalfädchen, Primitivfibrille, in den Kern der kontraktilen Faserzelle ein, um wahrscheinlicherweise im Nukleolus ihre Endigung zu finden.

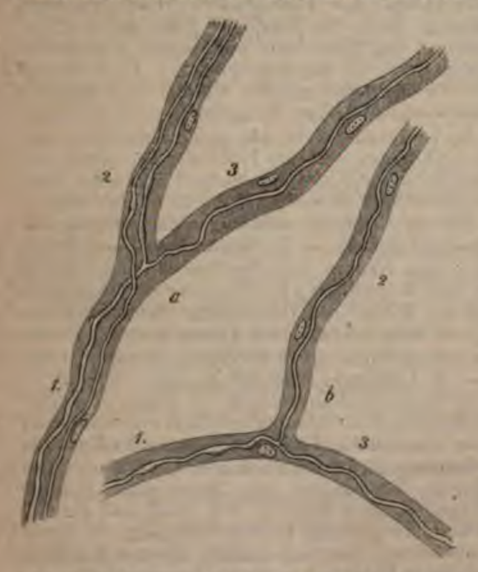


Fig. 312. Zwei schmale sich verzweigende Nervenfasern (*a*, *b*) aus dem Mesenterium des Frosches, umgeben von der dicken, mit Kernen versehenen Hülle. Bei 1 die Stämme, bei 2 und 3 die Aeste.

Nach den Erfahrungen *Arnold's* werden die Nervenstämmchen der glatten Muskulatur theils aus markhaltigen, theils marklosen Fasern in wechselnder Zahl geformt. Letztere bestehen aus feinen 0,0018—0,002^{mm} breiten Fäden, welche von Strecke zu Strecke kleine Kerne erkennen lassen. Aeusserlich, in dem die glatte Muskulatur bedeckenden Bindegewebe formen jene Nervenfasern ein weitmaschiges und wie schon *Beale* [9]) für die Gefässmuskulatur früher gefunden hatte, stellenweise mit Ganglienzellen versehenes Geflecht (»Grundplexus«).

Aus diesem Geflechte treten einmal markhaltige Nervenfasern aus. Sie nehmen nach kürzerem oder längerem Verlaufe die Gestalt längsstreifiger blasser Bänder von 0,0041—0,0050^{mm} Quermesser an, welche stellenweise Kerne von ähnlichen Dimensionen zeigen, um allmählich

sich zu verschmälern zu den schon oben erwähnten 0,0018—0,0023^{mm} breiten kernführenden Fäden.

Von ihnen — doch treten auch direkt blasse Fäden aus dem Grundplexus ein — wird ein zweites Netz mit ziemlich weiten, rhomboidalen oder länglichen Maschen hergestellt, deren Knotenpunkte einen Kern mit Nukleolus in deutlicher Weise zeigen. Dieses, das »intermediäre Netz« (Fig. 313) liegt den Muskelschichten unmittelbar an oder zwischen solchen.

Vom intermediären Netze treten feine Fasern ab, welche zwischen die Muskelfasern eindringen, nur anfänglich noch Kerne führen und rasch sich verfeinern, so dass sie nach wiederholten Theilungen zu Fäden von 0,0005—0,0003^{mm} Quermesser verschmälert sind. An letzteren, sowie an ihren Theilungsstellen erscheinen rundliche, elliptische oder anders gestaltete Anschwellungen (Körnchen).

Jene zuletzt erwähnten feinen Fäserchen verbinden sich abermals untereinander zu einem neuen, aber jetzt sehr engmaschigen Netzwerk, dem »intramuskulären«, dessen variköse Fäden die schmalen Grenzzüge zwischen den kontraktilen Faserzellen einnehmen.

Aus diesem intramuskulären Netzwerk treten endlich dunkle und starre Fibrillen von äusserster Feinheit ab, höchstens bis 0,0002^{mm} dick. Sie dringen in die kontraktile Faserzelle ein, gelangen in den Kern, und endigen nach *Frankenhäuser* im Nukleolus. Die Zahl der in eine Muskelzelle sich einsenkenden Endfibrillen steht übrigens mit der Anzahl der im Kern vorkommenden Körner in Uebereinstimmung (§ 163).

Fig. 313. Nervenverzweigung und Endigung in der Muskelhaut einer kleinen Arterie des Frosches (nach *Arnold*).

Arnold glaubt jedoch, dass jene Fibrillen in sehr vielen Fällen aus den Kernkörperchen wieder in entgegengesetzter Richtung austreten, und, nachdem sie Kern und Zellenkörper durchlaufen, dem intramuskulären Netzwerke sich abermals zugesellen. Der Nukleolus würde somit nicht der End-, sondern nur ein Knotenpunkt jener Endfibrille sein [10].

So lauten die Angaben beider Forscher. Ich muss bekennen, ich habe mich nicht davon zu überzeugen vermocht. Ich sah nur ein feines Nervennetz in der Gefässwandung. Auch *Klein* [11], der neueste Beobachter auf diesem Gebiete, kam nicht weiter.

Des Netzes der Hornhautnerven werden wir später zu gedenken haben.

Dagegen bedürfen die von *Krause* [12] aufgefundenen Drüsennerven einer Besprechung. Neben dunkelrandigen Fasern, welche an den Speichel- und Thränendrüsen der Säuger vorkommen und in eigenthümliche, bald zu erörternde Terminalkörper auslaufen, bemerkt man zwischen den Drüsenbläschen blasse kernhaltige Nervenfädchen von nur 0,0020^{mm} Quermesser, die dann unter Zweitheilung an die sogenannte *Membrana propria* des Drüsenelementes sich ansetzen. Die eben besprochenen Nervenfasern stammen aus dichten Geflechten markhaltiger Röhren, welche die ausführenden Gänge der grösseren Drüsenläppchen umstricken.

Für die Speicheldrüsen berichtet endlich *Pflüger* [13], dass feine Endfäden der Nervenfaser nach Durchbohrung der *Membr. propr.* in den Drüsenzellen endigen; ebenso auch noch die Fortsätze multipolarer, äusserlich den Bläschen aufgelegener, von ihm für Ganglienzellen genommener Gebilde. Für das Pankreas be-

richtet uns dann der genannte Forscher von gleichen Ergebnissen. Ebenso fand er in der Leber eine Verbindung von Nervenfasern mit Drüsenzellen [14]). Auch zwischen den Zellen der Thränendrüse berichtet uns *Boll* [15]) von einer Ausstrahlung feiner Terminalfasern. — Wir bedauern, alle diese Dinge in Frage stellen zu müssen. Für uns sind die Endigungen der Drüsennerven bis zur Stunde unbekannt [16]).

Anmerkung: 1) Handw. d. Phys. Bd. 3, Abth. 1, S. 462. — 2) S. bei *Wagner* a. a. O. S. 145. — 3) *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift Bd. 8, S. 221. — 4) So *Beale* im *Quart. Journ. of micr. science.* 1864 (Journal), *p.* 14; für die Iris *Arnold* in *Virchow*'s Archiv Bd. 27, S. 345: für die Blasenmuskulatur *His* in derselben Zeitschrift Bd. 28, S. 427; sowie *Klebs* ebendaselbst Bd. 32. S. 168; für die Darmmuskulatur *Auerbach* ebendaselbst Bd. 30, S. 457; für die der Gefässe *His* (a. a. O.) und *Lehmann* in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 14, S. 316. — 5) Wir bedauern bei dem engen Raume unseres Werkes auf diese so merkwürdigen Organe nicht eintreten zu können. Die wichtigste neuere Literatur über sie ist folgende: *Pacini, Sulla struttura dell' organi elletrici del Gimnoto etc. Firenze* 1852; *Remak* in *Müller*'s Archiv 1856, S. 467; *Koelliker* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 8, S. 1; *A. Bilharz*, Das elektrische Organ des Zitterwelses. Leipzig 1857 und *M. Schultze*, Zur Kenntniss der elektrischen Organe der Fische. Halle 1858 und 59 (Separatabdruck). — 6) *F. Frankenhäuser*, Die Nerven der Gebärmutter etc. S. 52. Früher wollte *K. Sokolowsky* (Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 2, S. 531) an den Augenmuskeln der Katze eine Endigung der Gefässnerven mit eigenthümlichen Terminalzellen beobachtet haben. — 7) *Lindgren* a. a. O. S. 40. — 8) S. dessen Darstellung in *Stricker*'s Handbuch S. 142. — 9) *Philosophical Transactions for the year* 1863, *Part. II. p.* 562. — 10) a. a. O., S. 144. — 11) Vergl. *E. Klein* im *Quart. Journ. of micr. science* 1872, *p.* 21 und 123. Man s. ferner *W. Tomsa* im Centralblatt 1869, S. 562 sowie dessen Beiträge zur Anat. u. Phys. der menschlichen Haut. Prag 1873, S. 55, und *J. Kessel* in *Stricker*'s Histologie S. 853. — 12) *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R. Bd. 21, S. 93 und Bd. 23, S. 46. — 13) S. dessen Monographie: Die Endigungen der Absonderungsnerven in den Speicheldrüsen. Bonn 1866. Einzelnes nach dem Vorgange *Krause*'s war schon früher durch *B. Reich* (*Disquisitiones microscopicae de finibus nervorum in glandulis salivalibus. Vratislaviae* 1864. *Diss.*) und *H. Schlüter* (*Disquisitiones microscopicae et physiologicae de glandulis salivalibus. Vratislaviae* 1864. *Diss.*) beobachtet worden. — 14) Arch. für mikr. Anat. Bd. 5, S. 199 und Arch. für Physiologie Bd. 2, S. 459. — 15) Archiv für mikr. Anat. Bd. 4, S. 146. — 16) *Klein* a. a. O. *p.* 27.

§ 184.

Die Endigung der sensiblen Nerven (abgesehen von den höchst schwierigen und kontroversen Verhältnissen der meisten Sinnesorgane) geschieht einmal in besonderen Terminalgebilden; andererntheils scheint sie auch mit freien Ausläufern erfolgen zu können.

Die zur Zeit am genauesten bekannten anatomischen Vorlagen sensibler Nerven sind 1) die *Pacini*'schen Körperchen, 2) die *Wagner-Meissner*'schen Tastkörperchen und 3) die *Krause*'schen Endkolben. Erstere, die älteste Entdeckung, zeigen den komplizirtesten, letztere, der jüngste Fund, den einfachsten Bau.

Die Endkolben [1]) oder *Krause*'schen Körperchen (Fig. 314) kommen beim Menschen an den sensiblen Nerven der Mukosen, wie der äusseren Haut vor. Man kennt sie von der *Conjunctiva bulbi*, von der Schleimhaut am Grunde der Zunge, von den schwammförmigen und umwallten Papillen letzterer, vom weichen Gaumen und der *Glans penis* und *clitoridis*. Auch bei Säugethieren sind sie weit verbreitet. In der äusseren Haut des Rumpfes traf man beispielsweise sie bei der Maus; an der Volarfläche der Zehen der vier Gliedmaassen kommen sie beim Meerschweinchen vor etc. Uebrigens sind die Erscheinungen beim Säugethier den unserigen ähnlich.

Die Form des Kolbens ist beim Säugethier (1. *a*) länglich oval, in der Länge 0,0751—0,1409^{mm}, in der Breite etwa den vierten Theil betragend, beim Menschen (2. *a*) und Affen eine mehr rundliche von 0,0322, 0,0451, 0,0751^{mm} Grösse.

Einzelne Körper erreichen ein noch weit ansehnlicheres Ausmaass; auch geknickte und geschlängelte Formen kommen vor.

Der Kolben besteht aus einer wasserhellen, kernführenden Hülle, welche einen weichen, homogenen, matt glänzenden Inhalt beherbergt.

Die zum *Krause*'schen Körperchen tretenden Nerven (*c*) erleiden eine bald beträchtlichere, bald geringere Ramifikation (1*. 2). Es können auf diese Weise von dem Astsysteme einer Primitivfaser aus 6—10 Endkolben versorgt werden. Eingetreten in den Kolben verschmälert sich die bis dahin mittelfeine, 0,0046—0,0075mm messende Primitivfaser unmittelbar noch mehr, um dann zum blassen, marklosen Endfaden oder dem terminalen Axenzylinder zu werden (1. *b*). Dieser ist 0,0039—0,0029mm dick, läuft durch die Axe des Gebildes, und findet gegen den oberen Pol mit einer leichten, bis 0,0046mm messenden knopfartigen Anschwellung sein Ende.

Fig. 314. Endkolben. 1 Aus der Konjunktiva des Kalbes, 2 aus der des Menschen. *a* Endkolben; *c* Nervenfaser, in 1 als Axenzylinder *b* endigend.

Die Endkolben der menschlichen Konjunktiva (2) zeigen häufig starke Schlängelungen und Windungen der eintretenden oder schon eingetretenen Primitivröhren, welche namentlich noch im Innern des Kolbens bis zum förmlichen Knäuel sich steigern können. Vor dem Eintreten oder im Körperchen selbst vermag noch eine Spaltung zu erfolgen. Ueberhaupt bieten die Nerven vielen Wechsel dar [2].

Die Menge unserer Gebilde scheint ebenfalls ziemlich zu schwanken. *Krause* gewann für 1 □‴ Konjunktiva beim Kalbe 13 Endkolben.

Ferner traf *Krause* [3]) jenen Endkolben verwandte Terminalgebilde, »Genitalnervenkörperchen«, in der Glans der Klitoris, spärlicher des Penis. Sie liegen hier im Gewebe der Mukosa an der Basis der Schleimhautpapillen. Grösse und Form wechseln; doch erreicht ein Theil Dimensionen von 0,1439, ja 0,2001mm. Bezeichnend für jene Genitalnervenkörperchen sind Einschnürungen, welche in verschiedener Menge an der Oberfläche vorkommen, und ihnen ein maulbeerförmiges Ansehen verleihen. Sie scheinen Vermittler der Wollustempfindung (»Wollustkörperchen« von *Finger*).

Noch eine andere Art den Endkolben verwandter Gebilde hat derselbe Forscher [4]) aus traubigen Drüsen des Säugethiers beschrieben. Dieselben, »Endkapseln der Drüsennerven«, besitzen eine annähernd ellipsoide Gestalt, und bestehen aus einer Anzahl (4—8) konzentrisch geschichteten Membranen, welche zahlreiche Kerne enthalten [5]). Im Innern erscheint der kleine, zylindrische, nicht selten S förmig gebogene Innenkolben, dessen Axe von einer fast unmessbar feinen glänzenden Terminalfaser eingenommen wird. Letztere stammt aus dunkelrandiger Nervenröhre.

Anmerkung: 1) Einzelnes war schon früher gesehen, aber nicht verstanden worden, bis *Krause* (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 5, S. 28) uns mit diesen Gebilden näher bekannt machte. Weitere Mittheilungen finden sich dann in den beiden Monographieen desselben: Die terminalen Körperchen der einfach sensiblen Nerven. Hannover 1860 und Anatomische Untersuchungen. Hannover 1861. Während die Endkolben von mir, *C. Lüdden* (Zeitschr. für wiss. Zoologie Bd. 12, S. 470), *Koelliker* (Gewebelehre 5. Aufl., S. 103) und *T. Mauchle* (*Virchow*'s Archiv Bd. 41, S. 148) bestätigt worden sind, hat *J. Ar-*

nold die Existenz derselben sogar ganz läugnen wollen (*Virchow*'s Archiv Bd. 24, S. 260). Hiergegen hat sich denn *Krause* erklärt (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 15, S. 184). — 2) Eigenthümliche Angaben erhielten wir vor einigen Jahren durch *W. Tomsa* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 51, Abth. 1, S. 83). Nach Anwendung starker Mazerationsmittel zeigt in der menschlichen Eichel der Endkolben eine ganz unerwartete Komplikation des Baues. Der zutretende Nerv löst sich in einen Bündel von Axenfibrillen auf, die dann, mit zahlreichen kleinen, Zellen oder Kerne bedeutenden Körperchen zusammenhängend, jene Verknäuelung des Kolbens bilden. — 3) S. *Henle*'s und *Peufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 28, S. 86 und *W. Finger* ebendaselbst S. 222. — 4) Die gleiche Zeitschrift 3. R. Bd. 23, S. 46. Etwas komplizirtere Gebilde traf *Krause* im Pankreas der Katze (*Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1870. S. 17). — 5) Hierdurch wird die Endkapsel dem inneren Schichtungssystem und Axenkanale der alsbald zu erörternden *Pacini*'schen Körperchen gleich.

§ 185.

Gewissermassen eine weiter entwickelte Modifikation der *Krause*'schen Endkolben stellen die **Tastkörperchen der äusseren Haut** (Fig. 315) dar [1].



Fig. 315. Drei Gruppen von Gefühlswärzchen der Haut des menschlichen Zeigefingers im Vertikalschnitt, theils Gefässschlingen, theils Tastkörperchen führend.

Aus den Nervengeflechten letzterer gelangen aufsteigend die Primitivfasern gegen die Basis der sogenannten Gefühlswärzchen (S. 234), theils schon ganz vereinzelt, theils noch in mikroskopisch dünnen Stämmchen zusammenliegend. Hier kommen spitzwinklige Theilungen der Nervenröhren häufiger vor.

Unsere Tastkörperchen finden sich an der Volarfläche der Finger und Zehen, in der Hohlhand und Fusssohle, sowie an der Ferse. Ihre Menge ist an der Beugefläche des letzten Fingerglieds am stärksten, nimmt dann über das zweite und erste Glied herunter ab. Noch sparsamer erscheinen unsere Gebilde in der Hohlhand selbst. So erhielt *Meissner* am letzten Fingergliede für die □''' unter 400 Papillen 108 mit Tastkörperchen, während letztere am zweiten Gliede nur 40, am ersten 15 und in der Hohlhand 8 betrugen. Auch am letzten Zehengliede ist ihre Zahl am beträchtlichsten. Doch steht der Fuss der Hand beträchtlich nach. Bisweilen kommen spärliche Tastkörperchen an Hand- und Fussrücken, sowie der Volarfläche des Vorderarms vor. Auch in der Augenlidbindehaut treten sie auf [*Krause* [2]]. Endlich begegnet man ihnen, aber ebenfalls nur in mässiger Menge, in der Brustwarze und in der Lippenhaut. Hier hat man Uebergänge zu Endkolben beschrieben. Unter den Säugethieren hat Tastkörperchen bisher allein der Affe (Hohlhand, Fusssohle, auch Lippen) erkennen lassen [*Meissner*, *Krause* [3]].

Grösse und Form wechseln ziemlich. In der *Vola manus* messen sie 0,0113^{mm} und mehr bei einer Breite von 0,0451—0,0563^{mm}. Kleinere erreichen nur 0,0451—0,0377^{mm}. Im Allgemeinen verbindet sich das grössere Ausmass mit ovaler, das kleinere mit rundlicherer Gestalt.

Das Gebilde liegt im Axentheile der oberen Partie der Gefühlswärzchen; bei den zusammengesetzten Papillen wohl auch seitlich. Nur letztere können ausnahmsweise zugleich eine Gefässschlinge führen (Fig. 315 in der Mitte einer Zwillingspapille). Sonst bleiben die Papillen mit Tastkörperchen gefässlos.

Die Textur [4]) des Tastkörperchens zeigt eine aus homogener Masse bestehende

Kapsel und, wie namentlich der Querschnitt lehrt, einen von der Hülle umschlossenen weichen, feingranulirten Inhalt.

In der Kapsel bemerkt man ferner zahlreiche quer, auch wohl schief gestellte längliche Körperchen, auf welche wir zurückkommen. Sie verleihen dem Ganzen das bezeichnende querstreifige Ansehen.

Die Nervenfasern (Fig. 316) treten einfach, meistens doppelt, bisweilen auch zu drei und vier an unser Gebilde heran, umgeben von einfachem Neurilemm (Fig. 316 links), welches kontinuirlich in die Kapsel übergeht. Sie sind dunkel gerandet, 0,0045^{mm} und weniger breit, und senken sich theils an der Basis des Tastkörperchens, theils auch mehr an dessen Seite ein.



Fig. 316. Zwei menschliche Tastwärzchen aus der Haut der Volarfläche des Zeigefingers. Im Innern der Papille der Tastkörper, in dessen Gewebe die Nervenfasern eintreten.

Die Endigung derselben [5]) ist sehr schwierig zu erforschen. Zuweilen findet sich eine eigenthümliche schleifenartige Umwicklung des Tastkörperchens durch die Nervenröhren, oder dieselben laufen eine kürzere oder längere Strecke weit mehr gerade über demselben hin. Schliesslich aber treten sie alle in das Innere des Tastkörperchens ein. Wie sie aber hier endigen, ist noch nicht ermittelt. Wahrscheinlich strahlen sie nach Art des Endkolbens in blasse, marklose Fäden (Axenzylinder) aus. Dass die erwähnten querstehenden kernartigen Körper mit Nervenendigung zusammenfallen, ist im höchsten Grade unwahrscheinlich [6]).

Anmerkung: 1) Man vergl. *Wagner* und *Meissner* in den Göttinger gel. Anz. 1852, S. 17; *Wagner* in *Müller*'s Archiv 1852, S. 497; *Gerlach*, Illustrirte mediz. Zeitung 1852, Bd. 2, S. 87; *Nuhn* ebendaselbst S. 80; *Meissner*, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Haut. Leipzig 1853; *Ecker* in den *Icon. physiol.* Tafel 17 u. Text; *Koelliker* in der Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 4, S. 43 und Bd. 8, S. 311, sowie Handbuch, 5. Aufl., S. 105; *Leydig* in *Müller*'s Archiv 1856, S. 150 und Lehrbuch S. 68; *Gerlach*'s Handbuch, 2. Aufl., S. 528 und Mikroskopische Studien S. 39, sowie *Krause*'s bei den Endkolben erwähnte Arbeiten. *M. Grandry* im *Journ. de l'anat. et de la phys. Tome* 6, *p.* 393 und endlich *Biesiadecky* in *Stricker*'s Histologie S. 594. — 2) Archiv für Ophthalmologie Bd. 12, Abth. 2, S. 296. — 3) *Krause* (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift Bd. 28, S. 89) traf ebenfalls Tastkörperchen an der unbehaarten Stelle des Greifschwanzes bei Affen der neuen Welt. — 4) Auch über diesen Gegenstand herrschen manchfache Kontroversen. So behauptete *Koelliker*, das Tastkörperchen, von dem Gewebe der Papille nicht wesentlich verschieden, bestehe aus homogenem Bindegewebe. Nach *Gerlach* sollten die Axentheile der Papillen von den an sie herangetretenen Nervenfasern in dichten spiraligen Touren umsponnen werden, und so das Tastkörperchen, eine Art Nervenknauel, herauskommen. — 5) Für das Vorkommen von Nervenschlingen der Tastkörperchen sprechen sich aus *Koelliker*, *Nuhn* und später *Gerlach* (Mikroskopische Studien S. 39), nachdem er seine frühere Anschauung als falsch erkannt hatte. Gegen Terminalschlingen treten mit allem Rechte *Wagner*, *Meissner*, *Ecker* und Andere auf. — 6) Nach *Meissner* (a. a. O.) sind die quer- und schiefstehenden kernartigen Gebilde der optische Ausdruck so verlaufender Fasern und diese selbst nervöser Natur, indem sie aus der büschelförmigen Endausbreitung der herangetretenen Röhren entstehen. Man s. dazu noch *Rouget* in den *Comptes rendus Tome* 66, *p.* 825. *Tomsa* (Wiener med. Wochenschrift 1865, No. 53) zerlegte den Tastkörper, wie den Endkolben, in eine Vielzahl kleiner zelliger Elemente, welche quer übereinander geschichtet das Organ erbauen, und durch ihre fadenförmigen Fortsätze mit den Ausläufern des Axenzylinders zusammenhängen. Nach *Grandry* endigen die Axenzylinder in den Tastkörperchen ebenso, wie in den *Pacini*'schen (§ 186), nämlich mit knopfartigen Anschwellungen. — Als »Tastkolben« beschrieb *Ihlder* aus den Papillen der Vogelzunge ein zwischen Endkolben und Tastkörperchen in der Mitte stehendes Gebilde (*Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Arch. 1870, S. 245). Eigenthümliche Gebilde an den Tastkörperchen des Fledermaus-Flügels und des Maus-Ohres beschrieb *J. Schöbl* (Arch. f. mikr. Anat. Bd. 7, S. 1 und 260). Wir kommen bei den Haaren darauf zurück.

§ 186.

Die *Pacini*'schen Körperchen[1]) endlich können einem von zahlreichen konzentrischen bindegewebigen Kapseln umhüllten Endkolben verglichen werden.



Fig. 317. *Pacini*'sches Körperchen aus dem Gekröse der Katze. *a* Nerv mit Perineurium, den Stiel bildend; *b* die Kapselsysteme; *c* der Axenkanal oder Innenkolben, in dem getheilt die Nervenröhre endigt.

Dieselben (Fig. 317) erscheinen als 1—2mm und mehr messende elliptische Gebilde, bald breiter, bald schmäler. Dem unbewaffneten Auge erscheinen sie prall, halbdurchsichtig mit weissem Axenstreifen. Sie kommen beim Menschen regelmässig vor an den Hautnerven der Handfläche und Fusssohle, namentlich an den Nerven der Finger und Zehen, und ganz besonders am letzten Gliede derselben. Man hat die Menge dieser Gebilde für jene sämmtlichen Theile des Menschen zu 600—1400 angenommen. — Weniger zahlreich und beständig begegnet man ihnen nach *Rauber* an vielen andern Körperstellen, so an Hand- und Fussrücken, unter der Haut des Ober- und Unterarms, des Halses, an den Interkostalnerven, an sämmtlichen Gelenknerven der Extremitäten, an manchen Knochennerven, im Innern der Muskulatur von Hand und Fuss, an Nerven der Genitalien, ebenso endlich an dem Plexus des sympathischen Nervensystems vor und neben der *Aorta abdominalis*. Auch bei Säugethieren trifft man sie besonders an den Fusssohlen. Ausserordentlich schön, bald häufiger, bald sparsamer, erscheinen sie im Mesenterium der Katze. Neben den Säugethieren besitzen, allerdings modifizirt, die Vögel[2]) das *Pacini*'sche Körperchen.

Die Membranen der Kapseln betrachtet man als bindegewebige, mit einer bald mehr homogenen und streifigen, bald mehr fibrillären Grundmasse und eingebetteten länglichen Kernen oder Zellen. Später hat *Hoyer* durch Silberfärbung eine epitheliumartige Mosaik an der Innenfläche dieser Membranen bemerkt. Unsere Kapselsysteme werden von einem spärlichen Gefässnetz durchzogen, stehen in den Aussentheilen weiter von einander entfernt, und laufen der Krümmung des ganzen Körperchens entsprechend. Die inneren rücken näher zusammen, und umgeben weniger gewölbt den die Axe durchziehenden Kanal oder Innenkolben, eine homogene kernführende Bindesubstanz.

Der Innenkolben (*c*) endigt nach oben abgerundet. Nach dem unteren Pole setzt sich seine Wand gleich den Kapseln in einen Stiel (*a*) fort, an welchem das *Pacini*'sche Körperchen wie eine Beere befestigt ist.

Dieser besteht aus gewöhnlichem längslaufendem Bindegewebe, und bildet das Perineurium der in das Gebilde eintretenden und hier endigenden Nervenfaser.

Letztere hat eine Stärke von 0,0142—0,0113mm und weniger, sowie das gewöhnliche markige Ansehen. In solcher Weise erreicht sie das Körperchen, tritt am unteren Pole ein, um in den zentralen Kanal zu gelangen, dessen Axe sie einnimmt. Beim Uebertritt in diesen Axengang verliert sie, ebenso wie es am *Krause*'schen Endkolben vorkommt, die dunklen Ränder, um unter bedeutender Verschmälerung als blasser Terminalfaden oder Axenzylinder von deutlich fibrillärer Zusammensetzung[3]) auszulaufen. Dieser durchsetzt den ganzen Innenkolben, und endigt an dessen Dach (*c*. oben) mit einer leichten knopfartigen Anschwellung[4]).

Theilungen der Nervenfaser schon vor dem Eintritt können vorkommen; ebenso sieht man nicht selten den blassen Endfaden in zwei oder drei Aeste sich trennen, Spaltungen, an welchen auch der Axenkanal Antheil nehmen kann.

Höchst selten treten zwei Nervenfasern in das gleiche Körperchen ein, um hier im einfachen Innenkolben getheilt oder ungetheilt zu endigen [*Koelliker* [5])].

Andere der zahlreichen Variationen müssen hier übergangen werden. Dass die *Pacini*'schen Körperchen als sensible Nervenapparate zu betrachten, dürfte nach den Entdeckungen von *Wagner*, *Meissner* und *Krause* wohl keinem ernstlichen Zweifel mehr unterliegen [6]).

Anmerkung: 1) Diese sonderbaren Apparate waren bereits in früherer Zeit getroffen worden, wurden aber wenig beachtet. Schon der alte deutsche Anatom *Vater* hat vor mehr als 100 Jahren gesehen, dass die Hautnerven der Handfläche und Fusssohle beim Menschen nicht selten mit kleinen ovalen Anschwellungen besetzt sind, welche er *Papillae nerveae* nannte. (*Lehmann, De consensu partium corporis humani. Vitembergae* 1741. *Diss.*) Später, in den 30er Jahren, nachdem sie ganz in Vergessenheit gerathen waren, wurden unsere Gebilde auf's Neue entdeckt durch *Pacini* von Pistoja, und auch fast gleichzeitig in Frankreich beobachtet. Am meisten bekannt wurden sie aber durch die im Jahre 1844 erschienene Monographie von *Henle* und *Koelliker* (Ueber die *Pacini*'schen Körperchen an den Nerven des Menschen und der Säugethiere. Zürich). Die beiden Anatomen gaben, ohne Ahnung der *Vater*'schen Entdeckung, den Körperchen den Namen der *Pacini*'schen. Manche haben jhnen später diesen Namen gelassen, Andere sie aber als *Vater*'sche oder *Vater-Pacini*'sche Körperchen bezeichnet. Aus der sich anreihenden reichen Literatur seien erwähnt: *G. Herbst*, Die *Pacini*'schen Körperchen und ihre Bedeutung. Göttingen 1847; *J. C. Strahl* in *Müller*'s Archiv 1848, S. 164; *F. Will* in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie Bd. 4, S. 213; *Leydig* in der Zeitschr. für wissensch. Zoologie Bd. 5, S. 75 und *Koelliker* ebendaselbst S. 118; *W. Keferstein* in den Göttinger Nachrichten 1858, S. 85; *Krause*, Die terminalen Körperchen und Anatomische Untersuchungen; *C. Lüdden*, Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. 12, S. 470; *Engelmann* a. d. O. Bd. 13. S. 475 und *Hoyer* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1864, S. 213 und 1865, S. 204; *Ciaccio* im Centralblatt für die mediz. Wiss. 1864, S. 401 und in *Moleschott*'s Untersuchungen Bd. 10, S. 583; *Schweigger-Seidel* in *Virchow*'s Archiv Bd. 37, S. 230; *A. Rauber*, Untersuchungen über das Vorkommen und die Bedeutung der *Vater*'schen Körperchen. München 1867. Diss. (mit sehr genauen Angaben über ihr Vorkommen bei Mensch und Thieren). *Grandry Journ. de l'anat. et de la phys. Tome* 6, *p.* 390; *P. Michelson* im Arch. f. mikr. Anat. Bd. 5, S. 145. — 2) Die *Pacini*'schen Körperchen der Vögel stehen in ihrem vereinfachten Bau den von *Krause* entdeckten Endkolben näher als die der Säuger. Man vergl. noch *F. Leydig*, Arch. f. mikr. Anat. Bd. 4, S. 195; *Grandry* a. a. O., *E. Goujon, Journ. de l'anat. et de la phys. Tome* 6, *p.* 449 und *Ihlder* a. a. O. S. 238. — 3) Vergl. *Schultze* in dem *Stricker*'schen Handbuch S. 123. — 4) Ueber die Deutung des Innenkolbens herrscht keineswegs Einstimmigkeit der Meinungen. *Leydig* (a. a. O. und dessen Lehrbuch S. 192) erklärt ihn für das verdickte marklose Ende der Nervenfaser und den Axenzylinder für einen hohlen Kanal. *Koelliker* glaubt in dem Axenzylinder die ganze Nervenfaser des Stieles sehen zu müssen (Gewebelehre 5. Aufl., S. 109). *Keferstein* erkannte den blassen Streifen im Innenkolben der Vögel als soliden Strang. *Krause* hält den Innenkolben des Säugethiers und Vogels (mit Recht) für die gleiche Bildung und die blasse Faser im Innern für das Ende der eintretenden Nervenröhre, ebenso *Lüdden*. *Engelmann* endlich will den Innenkolben für die verdickte Markscheide und den blassen Faden für den Axenzylinder nehmen. — Man hat die knopfförmige Endanschwellung des Axenzylinders für eine terminale kernhaltige Ganglienzelle erklären wollen. Es ist dieses in neuerer Zeit von *Jacubowitsch* (*Comptes rendus Tome* 50, *p.* 859) und *Ciaccio* (a. a. O.) geschehen. — 5) Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 5, S. 119. — 6) Man sehe den interessanten Aufsatz von *Krause* (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 17, S. 278).

§ 187.

Nach Erörterung jener Terminalkörper wenden wir uns mit der Frage, wie die übrigen einfach sensiblen Nerven endigen, zu einem der dunkelsten Gebiete der noch so wenig sicher gestellten feineren Nervenanatomie.

Dass in den willkürlichen Muskeln als Bewirker des Muskelgefühles zentripetale Nerven vorkommen werden, liegt auf der Hand. Unser Wissen über dieselben ist zur Zeit noch ein sehr dürftiges.

Koelliker [1]) untersuchte auf dieselben den so günstig beschaffenen Brusthautmuskel des Frosches. Hier entsteht, möglicherweise durch Theilung einer einzigen breiteren Nervenröhre, eine fast nur über die Vorderfläche jenes Muskels sich

ausbreitende spärliche Nervenverzweigung. Die schmalen Nervenzweige derselben erscheinen anfangs noch dunkelgerandet, werden dann durch weitere Verästelung blasse, von weitem kernführendem Neurilem umhüllte Fasern, und endigen nach Verlust dieser Hülle in Gestalt höchst feiner (unter 0,0023^{mm} messender), sich theilender Fädchen. In dem Verlaufe, sowie an den Knotenpunkten ihrer Zerspaltung bemerkt man eingebettet kleine kernartige Gebilde. Netzförmige Verbindungen scheinen nur Ausnahmen herzusellen.

Von anderen Nerven, welchen eine sensible Natur mit grösserer oder geringerer Wahrscheinlichkeit zugeschrieben werden darf, sind in älterer und namentlich in neuerer Zeit vielfach Endnetze blasser markloser Fädchen beschrieben worden.

Ein solches aus der Oberfläche der Konjunktivalschleimhaut erwähnte z. B. der jüngere *Arnold*[2]), ein anderes aus der Schlundschleimhaut des Wassersalamanders *Billroth*[3]), für die Dünndarmschleimhaut *Koelliker*[4]).

Auch für die äussere Haut des Frosches sind derartige Terminalnetze blasser Nervenfädchen schon früher angegeben worden (*Axmann* und *Ciaccio*[5]), ebenso schon vor längeren Jahren für den Schwanz seiner Larve[6]). In neuester Zeit hat derartige Netze in weiter Verbreitung durch den Körper jenes Thieres *Klein*[7]) angetroffen und geschildert.

Für die Haut der Säugethiere lagen gleichfalls bereits seit längeren Jahren vereinzelte derartige Angaben vor, so von *Koelliker*[8]), *Hessling*[9]) und *Lüdden*[10]). In der Neuzeit hat *Schöbl*[11]) das Vorkommen jener Endnetze hier in grösster Verbreitung dargethan.

Es unterliegt heutigen Tages keinem Zweifel mehr, dass die oberflächlichsten Endausbreitungen sensibler Nerven vielfach in die Epithelialschichten ihrer Organe vordringen.

Doch ihr endliches Geschick wird zur Zeit noch sehr verschieden aufgefasst. Und in der That, unsere Erforschungsmethoden sind zur definitiven Entscheidung viel zu unvollkommen und dürftig.

Man hat einmal den terminalen Plexus angenommen, so dass es sich nur um eine Nebeneinanderlagerung von Nervenfädchen und Epithelialzellen handeln würde. Man hat zweitens ein Eintreten jener in die Zelle und Endigen im Nukleolus behauptet. Drittens endlich wird von manchen Seiten ein Endigen der Nervenfädchen in eigenthümlichen, dem Epithel eingelagerten Gebilden (*Langerhans*'schen Zellen) vertreten. — Wir heben Einiges aus diesen Dingen hervor.

Schon vor einigen Jahren hatte ein ausgezeichneter Forscher, *Hensen*[12]), für die Hautnerven im Schwanze der Froschlarven ein Eindringen feinster Endzweige in die Kernkörperchen der Epithelialzellen berichtet, Beobachtungen, welche dann durch die Angaben *Frankenhäuser*'s und *Arnold*'s (§ 183) ein erhöhtes Interesse gewannen. Indessen die Bestätigung dieser Dinge ist leider ausgeblieben, so dass wir die Angabe *Hensen*'s für eine irrthümliche erklären müssen, ein Urtheil, welches wir auch gegen *Lipmann*[13]) aufrecht erhalten, welcher feinste Nervenfibrillen im Nukleolus des hinteren Hornhautepithel endigend beschrieb.

Auch die Angaben *Joseph*'s[14]) über eine derartige Endigung in Knochenzellen, sowie die *Lavdowsky*'s[15]) für Hornhautzellen halten wir für falsch.

Andererseits lernten wir durch die schönen Untersuchungen *Hoyer*'s[16]) und *Cohnheim*'s[17]) ein Endigen feinster Nervenfasern oder Primitivfibrillen in dem Epithel der Konjunktiva der Hornhaut kennen. Hier kann kein Zweifel mehr herrschen.

Die Hornhaut besitzt verschiedene Geflechte ihrer Nervenfasern. Aus dem oberflächlichsten derselben (Fig. 318), welches der *Lamina elastica anterior* nahe gelegen ist, und aus Bündeln feiner Primitivfibrillen besteht, erheben sich stellenweise einzelne Zweige (*e*), um senkrecht jene vordere Grenzschicht der Hornhaut zu durchbohren. An die Aussenfläche letzterer gelangt bilden sie hier, zu einer

Quaste von Primitivfibrillen sich auflösend, einen »subepithelialen Plexus« feinster Fäden (unterhalb *b*) mit verlängerten und radial zum Zentrum der Kornea ziehenden Maschen (Meerschweinchen).

Von jenem horizontalen Endplexus erheben sich als Seitenäste eine Menge der Primitivfibrillen (*f*), welche senkrecht im Epithel aufsteigen, Seitenzweige von verschiedenem Verlaufe abgeben, und mit diesen zuletzt zwischen den oberflächlichen Epithelschichten sich verlieren. Beim Menschen kommen ebenfalls ähnliche Verhältnisse vor.



Fig. 318. Die Hornhaut des Kaninchens im senkrechten Durchschnitt nach Behandlung mit Chlorgold. *a* Die älteren, *b* die jungen Epithelialzellen der Vorderfläche; *c* Hornhautgewebe; *d* ein Nervenstämmchen; *e* feinste Nervenfasern oder Primitivfibrillen; *f* ihre Ausbreitung und Endigung im Epithel.

Nach den Angaben *Klein*'s [18]) finden sich im Epithel zwei sehr dichte Netze feinster Nervenfasern, ein tiefes und ein terminales, recht oberflächliches, welches von etwa zwei Epitheliallagen gedeckt wird.

Schon im Jahre 1868 traf *Langerhans* [19]) in der menschlichen Haut feine marklose Endfäden der Nerven zwischen die Zellen des *Rete Malpighii* vordringend und hier mit länglich ovalen (0,0088—0,0033^{mm} messenden) Zellen sich verbindend und zum Theil verzweigt weiter nach aufwärts verlaufend. Bestätigt wurde dieses Verhalten für die Haut des Kaninchens durch *Podcopaëw* [20]).

Schon früher hatte *Freyfeldt-Szabadföldy* [21]) in der Zungenschleimhaut eine verwandte Nervenendigung getroffen, und *Luschka* [22]) kam für die Kehlkopfschleimhaut zu einem ähnlichen Ergebnisse.

Kisseleff [23]) scheint verwandte Dinge in der Harnblasenschleimhaut des Frosches gesehen zu haben. Neuere Beobachtungen von *Morano* [24]), *Klein* [25]), *Elin* [26]) und *Chrschtschonovitsch* [27]) ergaben ähnliche Ergebnisse, ein Eindringen markloser Nervenfasern in das Epithel, so der Bindehaut-, Mundhöhlen-, und der Vaginalschleimhaut, bald mit, bald ohne die *Langerhans*'schen Körperchen.

Auch für die S. 269 erwähnte Pulpa der Zähne scheint in neuester Zeit die Nervenendigung weiter verfolgt worden zu sein.

Man kannte schon längst — und die Beobachtung ist eine sehr leichte — in ihrer Wandung verlaufende Nervenstämmchen mit dunkelrandigen Fasern, welche einen Quermesser von 0,0038—0,0067^{mm} besitzen, in paralleler Richtung aufwärts ziehen und hier durch spitzwinklige Verästelung der Faserbündel ein gestrecktes Nervennetz bilden.

Aus dem dichotomischen Zerfall jener Nervenfasern entsteht nach *Boll* [28]) eine Unzahl sehr feiner seideglänzender markloser Primitivfibrillen, welche an elastische Fasern erinnern, niemals jedoch eine netzartige Verbindung erkennen lassen. Sie drängen sich zwischen den Odontoblasten (S. 270) hindurch, erreichen die Innenfläche der Dentine, um wahrscheinlich in Zahnkanälchen sich einzusenken. Letztere enthielten demnach ein doppeltes Fasersystem, ein Theil die *Tomes*'schen Zahnfasern (S. 270) und andere jene Nervenfädchen. Von letzteren rührt die bekannte Empfindlichkeit des Zahnbeins her.

Anmerkung: 1) S. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 12, S. 157. Man vergl. auch hierzu den erwähnten Aufsatz von *Reichert* in *Müller*'s Archiv 1851, S. 71. — 2) *Virchow*'s Arch. Bd. 24, S. 250. — 3) *Müller*'s Arch. 1858, S. 148. — 4) Gewebelehre 4. Aufl., S. 433 und 425. — 5) *Axmann*, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Physiologie des Gan-

[illegible] Berlin 18[illegible] und *Ciaccio* in *Quart. Journ. of micr. science.* 1864 *Transactions* p. [illegible] Man s. auch dazu noch einen älteren Aufsatz von *Czermak* in *Müller's* Arch. 18[illegible] S. 252. — 6 *Ann. d. sc. nat. Zoologie.* 184[illegible] p. 102. — 7 *Quart. Journ. of micr. science* 18[illegible] p. [illegible] und 1872 p. 21 und 12[illegible] — 8 S. Mikrosk. Anatomie Bd. 2. Abth. 1, S. [illegible] — 9 *Zeitschr. f. wiss. Zool.* Bd. [illegible] S. [illegible] — 10 a. a. O. S. 454. — 11 Arch. f. mikr. Anat. Bd. 7, S. 1 und Virch. Bd. [illegible] S. [illegible]. Bd [illegible], S. 19[illegible], sowie *Stieda* ebendaselbst Bd. [illegible] S. 27[illegible] — 12 S. dessen Aufsatz in *Virchow's* Arch. Bd. 31, S. 64 und eine spätere Mittheilung im Arch. f. mikr. Anat. Bd. 4, S. 111. Man vergl. dazu noch *Koelliker* in der [illegible] Aufl. der Gewebelehre, S. 111 und einen Aufsatz von *Eberth* im Arch. f. mikr. Anat. Bd. 2, S. [illegible] — 13 *Virchow's* Archiv Bd. 48, S. 218. — 14 Arch. f. mikr. Anat. Bd. 6, S. 1[illegible]2. — 15 Die gleiche Zeitschrift Bd. [illegible], S. 5[illegible]. — 16 S. *Hoyer* in *Reichert's* und *Du Bois-Reymond's* Arch. 18[illegible], S. 1[illegible] und Arch. f. mikr. Anat. Bd. [illegible], S. 2[illegible]. Wir bedauern, die letzte uns zu spät zugekommene treffliche Arbeit nur sehr unvollkommen benutzt zu haben; kommen indessen später bei dem Sehwerkzeug auf sie zurück. — 17 *Cohnheim* in *Virchow's* Arch. Bd. 3[illegible], S. 343. Man vergl. ferner *Koelliker* in d. Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. [illegible], S. 121; *W. Engelmann*, Die Hornhaut des Auges. S. 15. — Nach den Angaben *Cohnheim's* sollten jene Endzweige wenigstens theilweise auch die vordersten Epithelialschichten durchsetzen, und mit freien Endfäden in der die Hornhautoberfläche befeuchtenden Flüssigkeit flottiren. Ich konnte dieses ebensowenig als *Koelliker* und *Engelmann* wahrnehmen und halte es für irrthümlich. — 18 a. a. O. — 19 *Virchow's* Arch. Bd. [illegible], S. 325. Ueber frühere Angaben, welche von *Tomsa* herrühren und nicht ohne Interesse sind, s. § 154 und 155. — 20 Arch. f. mikr. Anat. Bd. 5, S. 506. — 21 *Virchow's* Arch. Bd. 3[illegible], S. 177. — 22 Arch. f. mikr. Anat. Bd. 5, S. 135. Man s. auch noch *Boldyrew*, ebendaselbst Bd. 7, S. 166. — 23 Centralblatt 1868, No. 22. — 24 *Studio sui nervi della congiuntiva oculare. Vienna* 1871. — 25 a. a. O. — 26 Arch. f. mikr. Anat. Bd. 7, S. 382. — 27 Wiener Sitzungsberichte Febr. 1871, S. 301. — 28 S. dessen Aufsatz im Arch. f. mikr. Anat. Bd. 4, S. 73. Aeltere Notizen bei *R. Wagner*. Neurol. Untersuchungen S. 142 und im *Gerlach*'schen Handbuche S. 176 und 475.

§ 188.

Der Bau der Ganglien[1], bildet einen höchst schwierigen und vielfach kontroversen Abschnitt der Nervenhistologie. — Ueber die Verhältnisse der Nervenfasern zu den Zellen herrschen schon für den Körper der Fische, wo die Untersuchung am leichtesten gelingt, sehr beträchtliche Verschiedenheiten der Meinungen. Noch in weit stärkerem Grade ist dieses für die höheren Wirbelthiere mit dem Menschen der Fall, wo die Gewinnung brauchbarer sicherer Einzelansichten eine sehr schwierige wird. Es muss überdies, da wir die physiologische Tragweite der Verknüpfung von Nervenfasern und Zellen noch nicht sicher zu beurtheilen vermögen, misslich erscheinen, der Analogie hier eine allzugrosse Ausdehnung zu geben, und die für Fische gefundenen Organisationsverhältnisse geradezu auf den menschlichen Körper zu übertragen. Es ist auf der anderen Seite aber nicht minder bedenklich, Einzelwahrnehmungen, welche man bei Mensch und Säugethier mühsam und spärlich gemacht hat, ohne Weiteres zu generalisiren, und Organisationspläne der Nervenknoten mit kühnen Strichen zu entwerfen, welche zwar durch eine angebliche physiologische Verständlichkeit blenden, in der Folge jedoch als sehr unwahre erkannt werden könnten.

Untersucht man in erster oberflächlicher Beobachtung einen Nervenknoten, so sieht man als Hülle einen verschieden dicken bindegewebigen Ueberzug, ein modifizirtes Perineurium, welches theils aus fibrillärem Bindegewebe allein, theils aus ihm und der *Remak*'schen Faserformation besteht. Jene bindegewebige Masse, welche zugleich Trägerin der Blutgefässe des Ganglion ist, durchzieht auch das Innere des Knotens. Letzterer wird vorzüglich von den in dichter und gedrängter Stellung vorkommenden Ganglienzellen gebildet.

Der oder die in den Knoten eintretenden Nervenstämme (Fig. 319. *b*) theilen sich in diesem in Faserbündel von verschiedenem Verhalten. Ein Theil derselben geht nämlich ziemlich gestreckt oder doch ohne grössere Exkursionen durch jenen hindurch (*k*), während eine andere Partie sich in Primitivfasern auflöst (*l*), welche dann bogenförmig in allen möglichen Richtungen, zwischen und um die Ganglien-

zellen sich windend, ihren Verlauf durch den Knoten fortsetzen. Schliesslich vereinigen sie sich wieder in Faserbündel, welche sich mit denjenigen verbinden, die in gerader Richtung hindurchtraten, und aus beiderlei Nervenbündeln setzen sich der oder die austretenden Stämme zusammen (*d. e*).

Hiernach hatte man die in ein Ganglion sich einsenkenden Nervenfasern in durchsetzende und umspinnende getheilt, Benennungen, welche man heutigen Tages noch als passende festhalten kann. Doch existiren natürlich eine Menge von Uebergängen zwischen jenen doppelten Verlaufsarten.

Eine frühere Epoche nahm, wie wir sahen, für Nervenfaser und Zelle im Ganglion nur das Verhältniss einfacher Nebeneinanderlegung an. Diese Vorstellung konnte indessen den Anforderungen des Physiologen ebensowenig genügen, als die angebliche Schlingenbildung der Nervenfasern [2]. Die Entdeckung der Faserursprünge machen ihr ein Ende.



Fig. 319. Ein Spinalknoten des Säugethiers *c*, schematisch gehalten. *a* Vordere (motorische), *b* hintere (sensible) Wurzel; *d. e.* austretende Nervenstämme; *k* durchtretende, *l* umspinnende Fasern; *f* unipolare, *g* und *h* bipolare, *i* apolare Ganglienzellen.



Fig. 320. Ein sympathisches Ganglion des Säugethiers, schematisirt. *a b. c* Die Nervenstämme; *d* multipolare Zellen (*d'* eine mit sich theilender Nervenfaser); *e* unipolare; *f* apolare.

Halten wir uns zunächst an die Spinalknoten (Fig. 319), so hatten für die Fische eine Anzahl von Forschern [3] das merkwürdige Verhältniss gefunden, dass alle Nervenfasern der in den Knoten eintretenden hinteren Wurzel in ihrem Verlaufe durch eine Zelle unterbrochen sind, die breiteren Fasern durch eine im Allgemeinen grössere, die feineren durch eine kleinere.

Die nämlichen Nervenknoten des Säugethiers und Menschen [4] zeigen uns aber, wie wir annehmen, nur als sehr seltene Vorkommnisse die gleichen bipolaren Ganglienzellen (*h*). Ihre Fortsätze mögen theils die entgegengesetzte Richtung wie bei Fischen einhalten, theils beide nach abwärts peripherisch weiter gehen (*g*). Als Regel begegnet man hier Nervenzellen, welche unipolar nur einen Fortsatz peripherisch abschicken (*f*), der nach *Remak*'s Beobachtungen durch Theilung zu zwei Nervenfasern werden kann. Endlich (und gerade bei den Spinalknoten kleiner Säugethiere bieten sich oft sehr bezeichnende Bilder dar) kommen einzelne apolare

Ganglienzellen (*i*) vor, wohl nur in Bildung begriffene Jugendformen ersterer Zellen. Dass endlich ein Theil der in den Spinalknoten eingetretenen Nervenröhren (ob viele oder wenige lassen wir dahingestellt sein) diesen nur durchlaufen, ohne mit einer Zelle sich zu verbinden, scheint unläugbar.

An den Nervenknoten des Sympathikus[5]) (Fig. 320) erscheinen die Ganglienzellen (*d. e. f*) in der Regel etwas kleiner, ohne dass man jedoch, wie wir glauben, darauf hin berechtigt wäre, dieselben als sympathische Zellen von den grösseren, den zerebrospinalen, zu unterscheiden[6]).

Die Nervenfasern sind theils spärlich breitere, theils, und in sehr beträchtlicher Menge, feine Röhren (*a. b. c*). Daneben findet sich sowohl in den sympathischen Nervenknoten, wie den Stämmen (und zuweilen in sehr ansehnlicher Quantität) die *Remak*'sche Faserformation.

Was endlich das Verhältniss beiderlei Formelemente des sympathischen Nervenknotens zu einander betrifft, so begegnet man einmal apolaren Ganglienzellen (*f*). Ob ihre Menge eine grosse, ist nicht zu entscheiden. Ferner erscheinen unipolare Zellen (*e*), eine feine, peripherisch sich verbreitende Nervenfaser entspringen lassend. Ebenso erhält man bipolare Ganglienkörper, deren zwei Nervenröhren theils einander entgegengesetzt, theils nach derselben Richtung verlaufen[7]). — Es ist eins der vielen Verdienste *Remak*'s[8]), die Existenz einer vierten Form der Ganglienzelle, der multipolaren, für den Sympathikus dargethan zu haben. Dieselbe (*d*) zeigt zwischen 3—12 Fortsätze, die aber durch baldige Ramifikationen (*d**) auf das Dreifache steigen können. Sie richtet sich nach der Zahl der mit einem sympathischen Knoten zusammenhängenden Nervenstämme, in welche die zu Nervenröhren umgewandelten Ausläufer sich erstrecken, und ist so im Sonnengeflecht grösser als an den Ganglien des Grenzstranges. Auch die Ausläufer unipolarer und bipolarer Zellen sympathischer Ganglien sollen sich nach diesem Forscher theilen[9]).

Anmerkung: 1) Ueber die Ganglien vergl. man die früher zitirte Arbeit von *Valentin* in den Leopold. Verhandlungen, sowie die Lehrbücher der damaligen Epoche. — 2) »Die Vorstellung von einem blossen Einlagern der Ganglienkugeln zwischen die Nervenfäden als Belegungsmassen ist für die Nervenphysik unbefriedigend. Der Verstand postulirt einen tieferen Zusammenhang.« (*J. Müller* in der Physiologie 4. Aufl., Bd. 1, S. 528.) 3) Nämlich *Wagner*, *Robin*, *Bidder* (s. oben S. 315). — 4) S. die schon erwähnte Arbeit von *Schwalbe* (im Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 4). Der Verf. überzeugte sich an passenden Objekten, namentlich an den kleinen Spinalknoten der Eidechse, dass alle jene einseitigen Ganglienzellenausläufer peripherisch weiter ziehen, um sich dem sensiblen Stamm anzuschliessen. Ein früher von *Axmann* (l. c.) behaupteter zentraler Verlauf mancher dieser Ausläufer kommt nicht vor. — 5) Man s. *S. Mayer* im *Stricker*'schen Handbuch S. 809. — 6) So *Robin* (s. den bei 3 zitirten §). — 7) Man vergl. *Wagner* in den Neurologischen Untersuchungen, ferner *Koelliker* in der Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 1, S. 504 und 522; Handbuch 3. Aufl., S. 327 und 337. Nach demjenigen, was ich an Autopsie über diese Materie besitze, hat der letztere Beobachter die Verhältnisse am unbefangensten, freilich auch gegenüber dem Drängen nach physiologischem Verständnisse am unbefriedigendsten, erfasst, während Andere, wie *Wagner* und namentlich *Leydig* (Histologie S. 171) dem Vorwurfe eines bedenklichen Generalisirens anheimfallen. — 8) Vergl. Monatsberichte der Berliner Akademie 1854, S. 26. *Remak*, welcher, abgesehen von den Ganglien des Kopfes, dem Sympathikus nur multipolare Zellen zuschreibt (worin er sicher zu weit geht) entwarf, auf seinen anatomischen Fund gestützt, eine eigenthümliche Anordnungsweise der sympathischen Zellen und Nervenröhren. — 9) *Courvoisier* (a. a. O. S. 29), *Schwalbe* (a. a. O. S. 61) und *Schultze* (in *Stricker*'s Handbuch S. 128) bestätigen in neuester Zeit die Existenz jener multipolaren Zellen des Sympathikus der Säuger und höheren Wirbelthiere überhaupt. Letzterer Forscher fand sie für den Menschen im kindlichen und erwachsenen Zustande. Ueber die zweikernigen Ganglienkörper des Kaninchens und Meerschweinchens haben wir schon S. 313, Anm. 1 das Nothwendige bemerkt.

§ 189.

An die besprochenen grösseren Ganglien reiht sich eine ganze Anzahl kleinerer und kleinster Nervenknötchen an, welche bei ihrem geringen, vielfach mikro-

skopischen Ausmaass erst in neuerer Zeit erkannt worden sind. Sie kommen, anfänglich noch zahlreiche Ganglienkörper beherbergend, später auf wenige dieser Zellen herabsinkend, in überraschender Menge durch den Körper vor, gehören mehr oder weniger dem Bereich des Sympathikus an, und scheinen mit ihren Nervenfasern namentlich die glatte und unwillkürliche Muskulatur zu versorgen.

Es zählen dahin Gruppirungen von Ganglienzellen, welche man im Ziliarmuskel des Auges an den Stämmchen des in jenem eingebetteten Ringgeflechtes gefunden hat [*C. Krause*[1]), *H. Müller*[2])]. Ein oder mehrere Aestchen der Ziliarnerven in die Chorioidea eintretend bilden in deren Tiefe einen anderen zarten Plexus, an welchem man Ganglienzellen und kleine Ansammlungen der letztern bemerkt [*H. Müller* und *Schweigger*[3]), *Sämisch*[4])].

Kleine Nervenknötchen entdeckte schon vor längeren Jahren *Remak*[5]) an den zum Schlund und zur Zunge gehenden Ausbreitungen des *N. glossopharyngeus*; noch kleinere zeigen auch die zu letztgenanntem Organe gehenden Zweige des *Lingualis*. Auch die Nervenausbreitungen in der Wand des Kehlkopfs und der Bronchien, sowie im Innern der Lunge führen ähnliche Knötchen[6]).

In der Substanz der Herzmuskulatur liegt ferner ein System merkwürdiger Ganglien. Beim Menschen und Säugethiere erscheinen sie eingebettet in der Muskulatur der Kammer und Vorkammer [*Remak*[7])]. Am meisten untersucht wurden die betreffenden Nervenknötchen beim Frosche[8]), wo sie im Septum der Vorhöfe und an der Grenze der letzteren und der Kammer gelegen sind. Man will ihnen nur unipolare Zellen zugestehen.

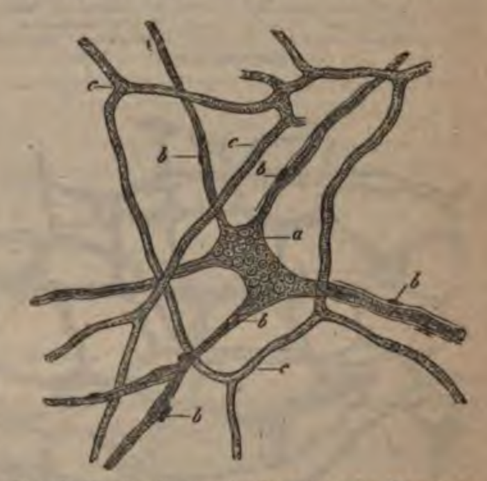


Fig. 321. Ein Ganglion aus der Submukosa des Dünndarms beim 10tägigen Säugling. *a* Ganglion, *b* dessen ausstrahlende Nervenstämmchen; *c* injizirtes Kapillarnetz. (In Holzessig übermässig mazerirt.)

In überraschendster Fülle aber haben sich derartige Gangliengeflechte in der Wandung des Verdauungskanales ergeben, nachdem ein Fund von *Meissner*[9]) die Aufmerksamkeit der Forscher auf jene Theile gelenkt und eine Reihe weiterer Untersuchungen hervorgerufen hatte.

Vom Magen an abwärts erstreckt sich durch die Submukosa des Menschen- und Säugethierdarms das erste dieser Ganglien- und Nervengeflechte[10]), dessen peripherische Absendungen namentlich motorische Elemente für die *Muscularis mucosae* (S. 289), weniger sensible Fasern für die Schleimhaut enthalten dürften.

Dieser submuköse Ganglienplexus erscheint beim Neugeborenen (Fig. 321 und 322. 1) mit engeren, beim Erwachsenen mit weiteren unregelmässigen Maschen, einer wechselnden Zahl abtretender Stämmchen (Fig. 321. *b*) und sehr nach Grösse und Form variirenden Ganglien (Fig. 321. *a*, 322. 1. *a*). Ein kernhaltiges Perineurium beherbergt in seinem Fachwerke die kleineren Ganglienzellen (Fig. 322. *a*), und überkleidet (Fig. 321. *b*. 322. *c*) die aus feineren blassen Nervenfäden (322. 2) bestehenden Kommissuren und abtretenden Stämme. Jene Zellen werden als apolare, uni- und bipolare angegeben; multipolare scheinen hier zu fehlen.

Nach abwärts sendet unser Ganglienplexus Zweige in die Muskelschicht des Verdauungskanals. Hier, zwischen Rings- und Längsfaserlage, findet sich ein zweiter, nicht minder merkwürdiger Nervenapparat, der sogenannte *Plexus myentericus* (Fig. 323), dessen Entdeckung man *Auerbach*[11]) verdankt.

Derselbe, vom Pylorus bis zum Mastdarm reichend, bildet ein das Darmrohr umziehendes, sehr regelmässiges und zierliches Nervengeflecht (*a*) mit polyedrischen Maschen. An jedem Knotenpunkte (*b*) liegt konstant eine Ansammlung von Ganglienzellen, bald grösser, bald kleiner, im Allgemeinen nur eine mässige Anschwellung darstellend. Zwei benachbarte Ganglien können durch einen Streifen von Zellen verbunden sein. Ebenso begegnet man in sehr bezeichnender Weise ringförmig durchbrochenen Ganglien und Kommissuren. Das Ganze ist in einem hohen Grade abgeplattet, und bewahrt bei sonstiger Mannichfaltigkeit nach den Thierarten wenigstens diesen Charakter überall. Kleinere Ganglienkörper, blasse, sehr feine Nervenfasern und ein kernhaltiges Perineurium kehren auch hier wieder. Man bemerkt fortsatzlose Ganglienzellen, andere mit einem, zwei oder drei Ausläufern.

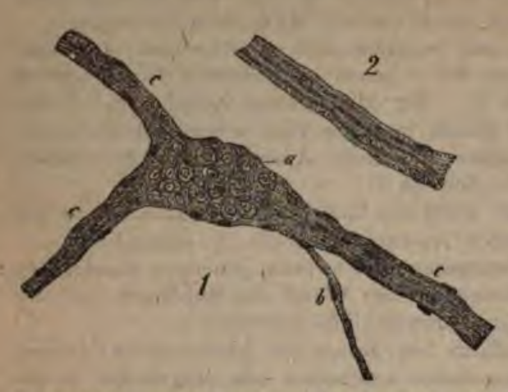


Fig. 322. 1 Ein grosses Ganglion aus dem Dünndarm eines Säuglings von 10 Tagen. *a* Der Knoten mit den Ganglienzellen; *b*. *c* abgehende Nervenstämme mit blassen kernführenden Fasern, im frischen Zustand. 2 Ein derartiges Nervenstämmchen vom 5jährigen Knaben mit drei blassen Primitivfasern, mit Holzessig behandelt.

Eine Menge feiner Stämmchen entsendet dieses Nervengeflecht zur Rings- und Längsmuskulatur des Darmkanals, dessen peristaltische Bewegung vermittelnd.

Auch die Harn- und Generationswerkzeuge machen von dem Vorkommen derartiger kleiner Nervenknötchen keine Ausnahme. In der Harnblase des Schweins traf sie *Remak*[12], bei andern Säugern sah sie *Meissner*. Leicht erkennt man sie in dem gleichen Organe des Frosches [*Manz*[13], *Klebs*[14]].



Fig. 323. Aus dem Dünndarm des Meerschweinchens nach *Auerbach*. *a* Nervengeflecht; *b* Ganglion; *c* und *d* Lymphgefässe.

Für die *Corpora cavernosa* des männlichen Gliedes hatte schon in den dreissiger Jahren *J. Müller* jene Knötchen angetroffen. Auch die Nervenausbreitung des Fruchthälters bei Mensch und Säugethier, ebenso das die Scheide umhüllende Bindegewebe sowie die Submukosa des letzteren Organes enthält Ganglien[15].

Um muskulöse Drüsengänge der Vögel beobachteten ganglionäre Plexus *Remak*[16] und *Manz*[17].

Endlich hat in neuerer Zeit *Krause* an den Thränen- und Speicheldrüsen der Säuger, also an Organen, welche erfahrungsgemäss bei Nervenerregung zahlreiche

Sekretmengen liefern, entwickelte Nervengeflechte dunkelrandiger Fasern, welche mit Ganglien reichlich besetzt sind, angetroffen [18]).

Anmerkung: 1) S. dessen Handbuch der Anatomie 2. Aufl. Hannover 1841, Bd. 1, S. 526. — 2) Würzburger Verhandlungen Bd. 10, S. 107. — 3) Archiv für Ophthalmologie Bd. 5, Abth. 2, S. 216. — 4) Beiträge zur normalen und pathol. Anatomie des Auges. Leipzig 1862. — 5) Vergl. *Müller*'s Archiv 1852, S. 58 und *Koelliker*'s Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 32, sowie *Schiff* im Archiv für physiol. Heilkunde Bd. 12, S. 377. — 6) Ueber die Nerven und Ganglien der Froschlunge handelt *J. Arnold* (*Virchow*'s Archiv Bd. 28, S. 453). — 7) *Müller*'s Archiv 1844, S. 463 und 1852, S. 76. — 8) *Bidder* a. d. O. 1852, S. 163; man sehe hierzu noch *C. Ludwig* in der gleichen Zeitschr. 1848, S. 139, *R. Wagner* im Handw. d. Phys. Bd. 3, Abth. 2, S. 452 und *Koelliker*'s Handbuch S. 578. — 9) S. dessen Aufsatz in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift N. F. Bd. 8, S. 364. — 10) Bestätigende Beobachtungen erfolgten alsbald von *Remak* (*Müller*'s Archiv 1858, S. 189). — Weitere Arbeiten rühren her von *Billroth* (a. d. O. S. 148), von *W. Manz* (Die Nerven und Ganglien des Säugethierdarms. Freiburg 1859. Diss.), *Krause* (Anat. Untersuchungen S. 64) *J. Kollmann* (in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 10, S. 413), *Breiter* und *Frey* (a. d. O. Bd. 11, S. 126), *Koelliker* (Handbuch S. 398). Von Seiten *Reichert*'s und seiner Schüler ist der Versuch gemacht worden, die betreffenden Geflechte dem Blutgefässsysteme zuzuschreiben. Man s. *Reichert* in seinem und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1860, S. 544; *H. Hoyer* ebendaselbst S. 543 und *P. Schröder* in der gleichen Zeitschrift 1865, S. 444. — 11) Vergl. dessen vorläufige Mittheilung: Ueber einen *Plexus myentericus*, einen bisher unbekannten Apparat der Wirbelthiere. Breslau 1862, sowie *Virchow*'s Archiv Bd. 30, S. 457 (und Bd. 33, S. 340). — 12) a. a. O. — 13) a. a. O. — 14) Centralblatt für die med. Wiss. 1863, Nr. 36 und in *Virchow*'s Archiv Bd. 32, S. 168. — 15) *S. Körner*, *De nervis uteri. Vratislaviae* 1863. Diss.; *Frankenhäuser*, Jenaische Zeitschr. Bd. 1, S. 36, Bd. 2, S. 61 u. dessen Monographie; *Kehrer*, Beiträge zur vergleichenden und experimentellen Geburtskunde. Giessen 1864; *Polle*, Die Nervenverbreitung in den weiblichen Genitalien bei Menschen und Säugethieren. Preisschrift. Göttingen 1865; *Koch*, Ueber das Vorkommen von Ganglienzellen an den Nerven des Uterus. Preisschrift. Göttingen 1865; *Lindgren* a. a. O. — 16) Ueber ein selbstständiges Darmnervensystem. Berlin 1847. — 17) Berichte der naturf. Gesellsch. in Freiburg, Bd. 2, Heft 2, S. 163. — 18) S. dessen Aufsatz bei *Henle* und *Pfeufer* 3. R. Bd. 21, S. 90, sowie die beiden (S. 336 Anm. 13 erwähnten) Breslauer Dissertationen von *Reich* und *Schlüter*. Schon vorher hatten mehrere Forscher Bruchstücke gesehen. Vergl. *Donders*, Physiologie Bd. 1, S. 179, *Ludwig*, Physiologie 2. Aufl. Bd. 2, S. 337, *Henle*s Handbuch der Anatomie Bd. 2, Abth. 1, S. 46. Die frühesten Beobachtungen rühren wohl von *Remak* her (*Müller*'s Archiv 1852, S. 62).

§ 190.

Die chemischen Verhältnisse des Nervengewebes [1]) sind ungenügend bekannt. Schuld trägt einmal die anatomische Anordnung, indem gerade die massenhaftesten (und deshalb von der Chemie vorzugsweise untersuchten) Nervenapparate, wie Rückenmark und besonders Gehirn, eine verwickelte Struktur besitzen, so dass neben der bindegewebigen Grundlage Nervenröhren und Ganglienzellen vorkommen, welche nicht getrennt werden können. Andererseits sind schon die Eiweisskörper der Nervenapparate wenig erforscht, und dann bieten die sogenannten Gehirnstoffe (§ 20) noch manche Dunkelheiten dar.

Der lebende ruhende Nerv reagirt neutral, der abgestorbene aber sauer. Die gleiche Beschaffenheit bietet jener aber auch schon nach angestrengter Thätigkeit dar [*Funke* [2])]. Es wiederholen sich also hier die Verhältnisse des Muskels (§ 170).

Aus der anatomischen Untersuchung hatte sich ergeben, dass eiweissartige Stoffe die verschiedenen Theile der Ganglienzelle herstellen, in deren Inhalte Fettmoleküle und Pigmentkörner vorhanden sein können (§ 178).

Ebenso erfuhren wir (S. 316), dass die Scheide der Nervenfasern aus einer der elastischen nahe kommenden, doch in Alkalien leichter löslichen Substanz besteht, während der Axenzylinder wesentlich aus einem oder mehreren Körpern der Proteingruppe und die Markmasse vorzugsweise aus Gehirnstoffen gebildet wird.

Das chemische Wissen vom Nervengewebe ist besonders an der Gehirnsubstanz gewonnen worden.

Nervenstämme besitzen nach den Untersuchungen von *Krause* und *Fischer* [3])

ein spezifisches Gewicht von 1,031, die weisse Masse des Cerebellum von 1,032, des Grosshirns von 1,036 und des Rückenmarks von 1,023, während die graue Substanz im kleinen und grossen Gehirn 1,031, im Rückenmark 1,038 darbietet. Nach einigen Versuchen scheint die Hirnsubstanz ein beträchtliches Imbibitionsvermögen für Wasser zu besitzen.

Der Wassergehalt des Nervengewebes[4]) unterliegt beträchtlichen Schwankungen. In manchen Fällen ein mässiger, steigt er in andern auf eine sehr beträchtliche Ziffer an. Der Wassergehalt peripherischer Nerven wird von 70—78, ja 80% angegeben (*Schlossberger*). Der des Gehirns liegt für die weisse Substanz zwischen 69,64—70,68, für die graue zwischen 84,84—86,64, so dass mithin die graue Substanz beträchtlich wasserreicher ausfällt. Beim Neugeborenen ist die Gehirnmasse noch ärmer an festen Bestandtheilen. Geringer scheint die Wassermenge des menschlichen Rückenmarks (66% nach *Bibra*). Es versteht sich im Uebrigen von selbst, dass dieses Wasser auf Gewebe und durchtränkende Ernährungsflüssigkeit zu vertheilen ist.

Die Nervenmasse besteht, wie schon gesagt, aus einem oder mehreren eiweissartigen Körpern, aus Gehirnstoffen (Lecithin und Cerebrin), sowie aus Mineralbestandtheilen. Sie zeigt endlich gewisse Zersetzungsprodukte.

Was die eiweissartigen Körper betrifft, so befinden wir uns hier noch mehr als anderwärts im Dunkeln. Die geringe Kenntniss von der chemischen Beschaffenheit der Nervenzellen gestattet nur die Gegenwart eines oder mehrerer Substanzen der Gruppe überhaupt anzunehmen, giebt aber keinen Fingerzeig, welcher oder welche Stoffe im Besondern hier vorkommen.

Nach den Reaktionen, die der Axenzylinder erkennen lässt, besteht er aus einem eiweissartigen Körper, welcher wohl geronnen hier anzunehmen ist. Wie weit daneben, abgesehen von einer geringen Menge löslichen Albumin, noch andere Eiweissstoffe im Nervengewebe vorkommen, steht anhin. Quantitativ kann man jene nicht bestimmen, da man die Primitivscheiden und andere Gewebeelemente mit in den Kauf zu nehmen hat. Die Menge des in Aether unlöslichen Rückstandes schwankt indessen nicht unbedeutend (zwischen 9—14%).

Wir erhalten ferner als in Aether löslich die sogenannten Gehirnstoffe, das Lecithin und Cerebrin (§ 20) sowie in erheblicher Menge des Cholestearin (§ 21). Die Quantität dieser Substanzen ist übrigens (s. u.) in der weissen Gehirnmasse weit beträchtlicher, als in der grauen, so dass wir sie wesentlich als Bestandtheile des Nervenmarks betrachten möchten, obgleich wir keine genügende Vorstellung davon besitzen, wie jene im Wasser unlöslichen Stoffe hier enthalten sind.

Da das Lecithin, welches in der Gehirnmasse reichlich vorkommt, neben Neurin (§ 33) und Glycerinphosphorsäure (§ 16) auch Palmitin- und Oelsäure liefert, so ist es möglich, dass die in früherer Zeit angeführten Fettsäuren und Fette des Gehirns nur als Zersetzungsprodukte jener Substanz zu betrachten sind.

Das Cholestearin, welches in der Gehirnmasse in reichlicher Quantität vorkommt (nach *von Bibra* ungefähr ein Drittel der in Aether löslichen Substanzen) hat die Natur eines Zersetzungsproduktes.

Was die Quantität der erwähnten, in Aether löslichen Stoffe betrifft, so beträgt dieselbe in der grauen wasserreicheren Substanz 5—7%, in der an Wasser ärmeren weissen Masse dagegen 15—17%. Noch beträchtlich reicher an ihnen ist das Rückenmark. Auch die einzelnen Theile eines und desselben Gehirns sollen ansehnliche Differenzen erkennen lassen. Sehr niedrig ist der Gehalt an jenen Materien beim Neugeborenen, dessen weisse Substanz keine Differenz gegenüber der grauen zeigt. Noch geringer ist er beim Fötus.

Zu den Umsetzungsprodukten des Nervengewebes zählen als im Hirn aufgefunden: Ameisensäure und Milchsäure (möglicherweise auch noch Essig-

säure), Inosit, Kreatin, Leucin (beim Ochsen), Xanthin und Hypoxanthin [*Scherer*[5]], Harnstoff (beim Hunde), sowie Harnsäure.

Was die Aschenbestandtheile der Gehirnsubstanz betrifft, so erhielt dieselben *Breed*[6]) zu 0,027% der frischen Masse. Es ergaben sich für 100 Theile:

Freie Phosphorsäure . .	9,15
Phosphorsaures Kali . .	55,24
Phosphorsaures Natron .	22,93
Phosphorsaures Eisenoxyd	1,23
Phosphorsaurer Kalk . .	1,62
Phosphorsaure Magnesia .	3,40
Chlornatrium	4,74
Schwefelsaures Kali . .	1,64
Kieselerde	0,42

Das Ueberwiegen von Kali und Magnesia gegenüber Natron und Kalk erinnert an den Muskel.

Anmerkung: 1) Ueber den Chemismus des Nervengewebes s. man die Zusammenstellungen in *Lehmann*'s phys. Chemie 2. Aufl. Bd. 3, S. 83 und Zoochemie S. 498, bei *Schlossberger*, Chemie der Gewebe, 2. Abschn., S. 1, *Gorup* a. a. O. S. 637, sowie bei *Kühne* S. 334. Man vergl. auch noch *von Bibra* in den Annalen Bd. 85, S. 201, sowie dessen Vergleichende Untersuchungen über das Gehirn des Menschen und der Wirbelthiere. Mannheim 1854. — 2) Physiologie, 4. Aufl. Bd. 1, S. 724 (ursprüngliche Mittheilung in den Berichten der königl. sächs. Ges. der Wissenschaften zu Leipzig 1859, 13. Aug.) bestätigt von *Ranke* (Die Lebensbedingungen der Nerven, S. 5 u. im Centralblatt 1868, S. 769), *Heidenhain* (Studien des physiol. Institutes zu Breslau. Leipzig 1868. Heft 4, S. 248 und Centralblatt, S. 833) stellt übrigens die Richtigkeit der *Funke*'schen Beobachtungen in Abrede. — In seinem erwähnten Werke (S. 175) schreibt *Ranke* dem Axenzylinder der lebenden Nervenfasersaure, dem Nervenmark neutrale oder wahrscheinlicher alkalische Reaktion zu. — 3) a. a. O. Frühere Bestimmungen rühren her von *Sankey* (*Medico-chir. review*. 1853. *Jan. p.* 240). — 4) *Hauff* und *Walther* in den Annalen Bd. 85, S. 42 und *Schlossberger* a. a. O. Bd. 86, S. 119. — 5) Annalen Bd. 107, S. 314. Man s. die Dissertation von *Neukomm*, Ueber das Vorkommen von Leucin, Tyrosin etc. im menschlichen Körper bei Krankheiten. Zürich 1859. Ueber die andern Stoffe ist der chemische Theil zu vergleichen. — 6) Annalen Bd. 80, S. 124.

§ 191.

Was die Verwerthung der in den vorigen §§ besprochenen Strukturverhältnisse für die Nervenphysiologie betrifft, so tritt uns zunächst in den beiderlei Formelementen des Nervensystems der Gegensatz bloss leitender Fasern zu Zellen entgegen, welche mit höheren Thätigkeiten, dem Bewirken von Empfindungen, willkürlichen und reflektirten Bewegungen versehen sind. In dieser Weise gewahren wir das letztere Gebilde in der grauen Masse von Gehirn und Rückenmark, in den Ganglien, welchen man schon seit Langem erfahrungsgemäss Reflexfunktionen zuschreiben muss, und in einer uns allerdings noch unverständlichen Weise an den Endausstrahlungen einiger höheren Sinnesnerven.

Hinsichtlich der Nervenröhren hatte schon der vorangegangene Abschnitt gelehrt, dass ihren Form- und Dickendifferenzen bestimmte funktionelle Verschiedenheiten nicht parallel gehen. Die sensiblen Wurzeln der Spinalnerven führen in dieser Weise Fasern, welche in nichts von denjenigen der motorischen Wurzeln verschieden sind. In den Bahnen des sympathischen Systemes begegnen wir der *Remak*'schen Faserformation, deren nervöse Natur wenigstens vorwiegend, wie sich ergab, nicht bezweifelt werden kann. Die nächsten Verwandten dieser Fasermassen sind die Nervenröhren des Olfaktorius. — Die schmalen markhaltigen Nervenfasern können ebensowenig, wie früher *Bidder* und *Volkmann* behaupteten, für eine besondere sympathische, mit eigenthümlichen Funktionen betraute Form der Nervenröhren genommen werden, da wir einer Menge von Uebergangsformen zwischen

breiten und feinen Röhren und den letzteren an Stellen begegnen, wo an sympathische Nerventhätigkeiten nicht gedacht werden kann. In dieser Hinsicht hat die genauere mikroskopische Analyse der Neuzeit die sanguinischen Erwartungen einer früheren Epoche bedeutend herabgestimmt.

Von Wichtigkeit sind dagegen andere Erwerbungen in der feineren Anatomie der Nervenfasern. Alle Beobachtungen haben die von der Physiologie als nothwendig nachgewiesene Kontinuität der Nervenröhre bestätigt, ebenso den isolirten Verlauf der letzteren. Hinsichtlich dieser Verhältnisse sehen wir überall, wie die Nervenfasern in ununterbrochenem, wenn auch durch die Einlagerung einer Ganglienzelle manchmal modifizirtem Verlaufe die ganze lange Bahn vom Zentralorgane bis gegen die Stelle der peripherischen Endigung durchmisst. — Die Frage, welcher Theil der Nervenröhren das eigentlich thätige, d. h. leitende Element darstellt, dürfte zu Gunsten des Axenzylinders zu entscheiden sein, indem gerade er, bei dem Ursprunge häufig und bei der Endausstrahlung in das Organ wohl immer, allein übrig bleibt, während die ihn umhüllende Markschicht sowie die Primitivscheide hier verschwinden. Auch an den Einschnürungen, welche die Verästelungsstelle der Nervenfaser darbietet, kann der Axenzylinder, unumhüllt von Markmasse, eine kleine Strecke weit frei hervortreten. Die Beseitigung der Endschlingen hat der isolirten Leitung der Nervenröhren auf anatomischem Gebiete eine weitere Stütze gewährt, und die vereinzelte Endigung der Nervenfaser, sei es ungetheilt, sei es mit einem Systeme von Ramifikationen, steht mit den physiologischen Anschauungen der Gegenwart im Einklang. Die Verästelungen, vermöge deren, wie wir bei den Muskelnerven sahen, eine Primitivfaser mit einer ganzen Schaar von Zweigen schliesslich endigt, muss als eine sinnreiche Einrichtung der Natur begrüsst werden, mit verhältnissmässig dünnen Nervenstämmen eine möglichst nervenreiche Peripherie sensibler wie motorischer Art zu gewinnen. Allerdings ist dieser Einrichtung der Charakter des Niederen aufgedrückt, indem wir beim Aufsteigen in der Thierwelt (wie schon oben bemerkt) die Anzahl der Nervenröhren und Muskelfäden mehr und mehr gleich werden sehen. Die motorischen Endapparate stellen gleichfalls eine physiologisch bedeutende Erwerbung der Neuzeit dar. Für die Entscheidung der uralten Streitfrage nach einer Muskelirritabilität ist durch die Auffindung nervenfreier und doch erregbarer Muskelsubstanz (*Kühne*, *Krause*) ein wichtiger Fortschritt gewonnen worden. Ebenso ist das Endigen der Sinnesnerven in besonderen anatomischen Terminalgebilden, wie den *Pacini*'schen, *Krause*'schen und Tastkörperchen, von hohem Interesse.

Hinsichtlich der Ganglienzellen, um auf sie nochmals zurückzukommen, scheint ebensowenig wie bei den Nervenröhren die anatomische Verschiedenheit mit physiologischen Differenzen zusammenzufallen. Wir kennen ferner die physiologische Bedeutung der apolaren Nervenzelle nicht. Ihre Existenz hat sogar für den Physiologen etwas Befremdendes. Auch die unipolare Zelle, welche als Ursprungsgebilde ihrer Nervenfaser betrachtet wird, sollte durch Kommissuren mit benachbarten Zellen zusammenhängen. Die physiologische Bedeutung der bipolaren Ganglienzelle ist uns ebenfalls gänzlich dunkel. Am leichtesten verwerthbar sind die multipolaren Nervenkörper mit den von ihnen entspringenden Nervenfasern.

Fehlt uns es so auch noch zur Zeit an einem Verständnisse der Ganglientextur, so sind auf der anderen Seite die in überraschender Fülle bekannt gewordenen kleineren ganglionären Geflechte für die Bewegungen der Organe wichtige Erwerbungen. Man denke nur an die submukösen Ganglienetze und den *Plexus myentericus* des Verdauungsapparates.

Die lebende Nervensubstanz hat im Uebrigen ähnlich dem Muskel elektromotorische Eigenschaften [1].

Ueber die Grösse des Stoffwechsels der Nervenelemente sind wir zur Zeit noch nicht aufgeklärt. Doch ist er wohl ein ansehnlicher. Hierfür spricht der

Umstand, dass der ermüdete Nerv nach einiger Ruhezeit die alte Leistungsfähigkeit wieder gewinnt, sowie die Thatsache, dass Unterbindung der Arterien eine baldige Lähmung der sensiblen wie motorischen Nerven des Theils herbeiführt. Ebenso liegen über die Richtung des Stoffwandels zur Zeit nur die dürftigen Notizen des vorhergehenden § vor.

Auch über die Frage, wiefern jenem chemischen Wechsel ein anatomischer Hand in Hand gehe, wie weit man sich mit andern Worten Nervenröhren und Nervenzellen als persistirende oder nur mit kürzerer Lebensdauer versehene und vergängliche Gebilde vorzustellen habe, kann keine Antwort gegeben werden, da Zellen wie Fasern im Körper des Erwachsenen unter allzu variablen Formen auftreten, als dass man jugendliche, reife und alternde Theile sicher herauszufinden vermöchte.

Anmerkung: 1) Vergl. *Du Bois-Reymond* a. a. O.

§ 192.

Die Entstehung des Nervengewebes[1]) beim Embryo bildet einen der dunkelsten Abschnitte der gegenwärtigen Histologie.

Dass Gehirn und Rückenmark sowie die von ersterem sich bildenden Innentheile der höheren Sinnesorgane Produktionen des sogenannten Hornblattes von *Remak* bilden, d. h. dass sie aus den der Embryonalaxe angrenzenden Zellen dieser obersten Zellenschichtung hervorgehen, steht wohl allerdings fest.

Dagegen kennen wir den genetischen Ausgangspunkt der Ganglien und peripherischen Nerven noch nicht. Wir vermögen noch nicht anzugeben, ob jene Theile ebenfalls, wie allerdings wahrscheinlich, Produktionen des Hornblattes darstellen, oder ob sie nach vorhandener Annahme selbstständig in der mittleren Keimlage entstanden, und nur nachträglich mit dem Nervenzentrum in Verbindung getreten sind[2]). Eine grosse theoretische Schwierigkeit bereitet dann die Verbindung des Nervenendes an der Peripherie mit Geweben, welche nach allem, was wir zur Zeit wissen, aus dem mittleren oder unteren Keimblatt hervorgegangen sind, also beispielsweise mit den Muskelfäden[3]).

Die gewöhnliche (ungenügende) Annahme für die Ganglienzellen lautet, dass sie als umgewandelte Bildungszellen des embryonalen Leibes zu betrachten seien.

Indem dieselben sich vergrössern und den charakteristischen feinkörnigen Zelleninhalt gewinnen würden, erhielten wir die Ganglienzelle, und zwar bei gleichmässigem Auswachsen als apolares, bei ungleichmässigem als mit Fortsätzen versehenes Gebilde, welches durch die letzteren mit benachbarten Zellen und mit den entstehenden Nervenröhren sich in Verbindung setzen kann. Von den vorhandenen Nervenzellen des fötalen Körpers dürfte auf dem Wege der Theilung eine Vermehrung erfolgen. Doch bedarf der Gegenstand genauerer Erforschung.

Die Bildung der Nervenfasern, welche schon im allgemeinen Theile berührt wurde (S. 103), erfolgte, wie man meistens annahm, durch Zellenverschmelzung, und zwar so, dass die Entstehung der unverzweigten Nervenröhre durch Verbindung linear aufgereihter spindelförmiger oder zylindrischer Zellen stattfindet.

Die Nervenstämme von Mensch und Säugethier haben in früher Fötalzeit noch nicht das weisse Ansehen späterer Tage, sondern sind grau und durchscheinend, und dieses um so mehr, je jünger der Fötus. Anfangs bemerkt man beim Zerzupfen nur die einzelnen spindelförmigen oder einfach verlängerten Bildungszellen mit bläschenförmigen Kernen. Später gelingt es, Reihen derselben in Form feiner, blasser, kerntragender Bänder von dem Ganzen abzuspalten. Es sind dieses die ersten Nervenfasern, welche in ihrem blassen, marklosen Ansehen an die *Remak*'schen Elemente erinnern, und eine mittlere Breite von 0,0029—0,0056^{mm} besitzen.

In älteren Nerven gewahrt man, von dem zentralen gegen den peripherischen Theil allmählich vorrückend, die spezifische Inhaltsmasse der Primitivröhren; wahrscheinlich so, dass zuerst ein Axenfaden entsteht, zwischen welchem und der aus den Zellenmembranen gebildeten Primitivscheide dann nachträglich die fettige Markmasse sich ablagert.

So lauteten nach dem Vorgange *Schwann's* die üblichen Angaben der Gewebelehre.

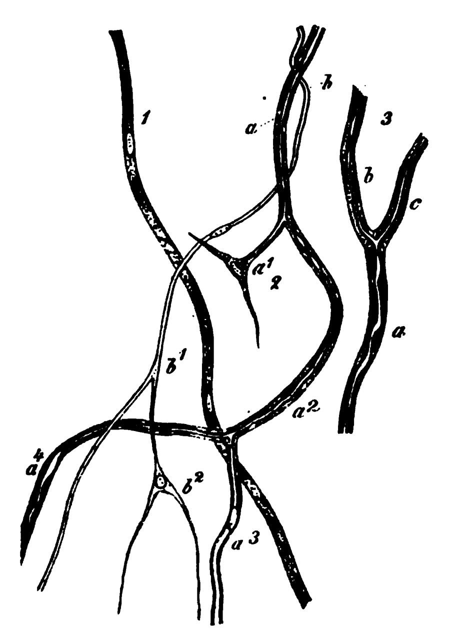


Fig. 324. Entwicklung der Nervenfasern aus dem Schwanz der Froschlarve. 1 Eine blasse, noch marklose Faser mit zwei Kernen. 2 Weiter vorgeschrittene, theilweise mit Nervenmark erfüllte Röhren. *a* Eine Faser, an welche sich seitlich (a^1) eine sternförmige Bildungszelle ansetzt, während tiefer abwärts, wo der fettige Inhalt allmählich einem blasseren Platz macht (a^2), die Spaltung in zwei Aeste (a^3 und a^4) vorkommt; *b* eine Faser, welche mit zwei sternförmigen Zellen (b^1 und b^2) verschmolzen ist. 3 Eine noch weiter ausgebildete Nervenröhre; bei *a* der Stamm, bei *b* und *c* die beiden Zweige.

Die Bildung der Nervenfasertheilungen sollte, wie frühere Beobachtungen zu lehren schienen, dadurch erfolgen, dass sternförmige, gewöhnlich mit drei Ausläufern versehene Bildungszellen mit dem Endtheile einer schon gebildeten Nervenfaser verschmelzen, so dass die Nervenröhre durch den Ansatz neuer Zellen an ihre Peripherie wüchse. Die Schwänze von Froschlarven, das elektrische Organ vom Zitterrochen[4]) galten zur Erkennung dieser Verhältnisse als sehr passende Objekte. Auch hat man hier die schönste Gelegenheit, mit der Entfernung vom Zentralorgane auf immer jüngere Erscheinungsformen der Nervenverästelungen zu stossen. Am Schwanz der Kaulquappen (Fig. 324) begegnet man einzelnen Nervenröhren, welche den Charakter *Remak*'scher Fasern mit weit hintereinander gelegenen Kernen darbieten (1). Andere (2. *b*) ohne verdickte Hülle erscheinen im oberen Theile dunkel und markhaltig, während sie nach abwärts blass werdend und verfeinert in die peripherischen Bildungszellen übergehen (b^1 und b^2), welche dann mit ihren fadenförmig zugespitzten Fortsätzen in das Gewebe ausstrahlen (b^2). Wiederum begegnet man (und es ist sehr häufig der Fall) Nervenfasern mit verdickter Hülle (2. *a*) und mit dunklem Marke, welches nach abwärts in einen mehr und mehr erblassenden, einem Axenzylinder vergleichbaren Faden ausgeht (2. a^3 u. a^4).

Wenn wir nun auch zur Zeit noch keineswegs hier ein genügendes Wissen besitzen, so liegt doch so viel an neuerem Material vor, um die Unhaltbarkeit jener früheren Anschauungen darzuthun.

Bidder und *Kupffer* fanden bei ihren Untersuchungen der Rückenmarksentstehung, dass weder an der weissen Substanz des Organs noch an den Wurzeln der Spinalnerven jener Aufbau der Nervenröhren aus einer Zellenreihe vorkommt. Statt ihrer bemerkt man vielmehr nur Fäserchen ohne Kerne und Zellen. Diese, die Axenzylinder kommender Zeiten, scheinen den Verfassern einfach zur Peripherie hinaus zu wachsen. Die Hüllen scheinen erst nachträglich von neuen, zwischen jenen Fädchen auftretenden Gewebeelementen gebildet zu werden.

Ein verstorbener ausgezeichneter Forscher, *Remak*, vermochte schon vor längeren Jahren im Froschlarvenschwanz die Nervenausbreitung ebenfalls nicht auf

jenes von uns geschilderte embryonale Zellenwerk zurückzuführen, und die verästelte Anlage jener Hautnerven erschien ihm überall als Fortsetzung des Spinalganglion.

Auch nach *Hensen* sind an jener viel durchmusterten Lokalität die Nervenausbreitungen von Anfang an bis zur Peripherie vorhanden und zwar in Gestalt feiner, glänzender, gablig getheilter Fädchen (Axenzylinder) ohne jeden Kern. Erst später erkennt man, wie sie durch gekernte, dünne und blasse, äusserst lang gestreckte Zellen eingescheidet werden, so dass jetzt der Axenzylinder in das Innere einer kernführenden Hüllenbildung zu liegen kommt, wobei die uns bekannten sternförmigen Zellen ganz unbetheiligt bleiben.

Die neugebildeten Nervenröhren zeichnen sich, abgesehen von einer noch sehr grossen Veränderlichkeit ihres Inhaltes (vermöge deren letzterer leicht in Gestalt getrennter Tropfen zur Ansicht gelangen kann), durch eine sehr bedeutende Feinheit gegenüber der Stärke in reifen Körpertheilen aus. Das Dickenwachsthum des ganzen Nervenstamms ist durch den zunehmenden Quermesser der einzelnen Primitivfasern genügend zu erklären.

In dieser Hinsicht fand *Harting*[5]) die Nervenfasern des Medianus beim viermonatlichen Fötus nur $0{,}0024^{mm}$ dick, während sie beim Neugeborenen 0,0103 und beim Erwachsenen $0{,}0164^{mm}$ im Mittel maassen. Die Zahl der Primitivfasern erhielt er für diese drei Lebensperioden als 21,432 : 20,906 : 22,560.

Es ist eine alte Erfahrung, dass durchschnittene Nerven ihre Funktion einbüssen, dieselbe aber nach einer gewissen Zeit wieder erlangen. Die getrennten Enden heilen leicht zusammen; ja es erfolgt selbst, wenn ein etwa längeres Stück aus einem Nervenstamme herausgeschnitten wurde, eine Wiedervereinigung durch neugebildetes Gewebe[6]).

Nach den in späterer Zeit gemachten und von Andern bestätigten Erfahrungen *Waller*'s[7]) degenerirt die unterhalb des Schnittes gelegene Partie der Nervenröhre bis zu ihren letzten Endzweigen unter einer Gerinnung und nachherigen Resorption des Marks, bis zuletzt die leeren Nervenscheiden übrig bleiben, welche nach jenem Beobachter schliesslich ganz schwinden sollen, so dass eine Neubildung von Nervenfasern zur Vereinigung mit dem zentralen Stück statthabe. Letztere Ansicht ist von *Lent*[8]) bestritten worden, indem nach erfolgter Vereinigung der Schnittenden in die leeren Primitivscheiden eine neue Markeinfüllung stattfinde. Nach *Hjelt*[9]) degeneriren die durchschnittenen Nervenfasern nur zum Theil vollständig, so dass sie durch Neubildungen ersetzt werden müssen, während andere Primitivröhren nach erfolgter Wiedervereinigung einer Regeneration fähig sind. Interessant ist eine von *Lent* beobachtete und von anderen Forschern später bestätigte Kernvermehrung der Primitivscheiden. Die neueren Beobachtungen haben noch keine Uebereinstimmung der Ansichten zu erzielen vermocht[10]). Bei dem jetzigen Zustande der Zellenlehre verdient die Entstehung des vereinigenden Zwischengewebes eine erneute Untersuchung.

Ob eine Regeneration von Ganglienzellen[11]) stattfindet, ist noch nicht entschieden. Pathologische Neubildungen[12]) von Nervenelementen in andern Neoplasmen sind seltene Vorkommnisse; ebenso Nervengeschwülste, Neurome[13]). Dieselben können aus Nervenröhren oder grauer Substanz bestehen.

Atrophische Nerven zeigen eine Abnahme der Dicke der Primitivröhren und statt des zusammenhängenden Markes eine Erfüllung mit Fetttröpfchen und Fettkörnchen.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Schwann*'s Arbeit S. 169, *Koelliker* in den *Annal. d. sc. nat. 3ème Série. Zoologie. Tome* 6, *p.* 102, sowie dessen Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 1, S. 533, Handbuch 5. Aufl., S. 332 und dessen Vorlesungen über Entwicklungsgeschichte S. 226; *Remak*'s Entwicklungsgeschichte S. 154 etc.; *Bidder* und *Kupffer*, Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks. Leipzig 1858, S. 97 etc. Man sehe dabei auch noch die

Bidder'sche Monographie aus dem Jahre 1847, S. 48; *Hensen* in *Virchow*'s Archiv Bd. 31, S. 51; die auf letzteren Aufsatz bezüglichen Angaben *Eberth*'s (Archiv f. mikrosk. Anatomie Bd. 2, S. 490) und eine (unserer Ansicht nach ziemlich werthlose) Arbeit von *Besser* (*Virchow*'s Archiv Bd. 36. S. 305). — 2) Man vergl. die Darstellung in der *Koelliker*'schen Entwicklungsgschichte S. 253 und 264. — 3) *Hensen* suchte hier durch eine geistvolle Hypothese Aufschluss zu gewinnen. Darüber müssen wir auf das Original (a. a. O.) verweisen. — 4) Man s. für die Kaulquappe die Untersuchungen *Koelliker*'s in den *Annal. d. sc. nat.*, für den Zitterrochen *Ecker* in der Zeitschrift für wiss. Zoologie Bd. 1, S. 38. — 5) Vergl. *Recherches micrométriques, p.* 74. — 6) Ueber diese von *Schwann, Steinrück, Nasse, Günther* und *Schön, Bidder, Stannius* angestellten Versuche s. man *Valentin*'s Phys. Bd. 1, S. 717 der 2. Aufl. — 7) *Waller* in den *Comptes rendus Tome* 33, 34 und 35, *Müller*'s Archiv 1852, S. 392 und *Nouvelle méthode anatomique pour l'investigation du système nerveux. Première partie.* Bern 1852; *Schiff* im Archiv f. phys. Heilkunde 1852, S. 145 und in der Zeitschrift für wiss. Zool. Bd. 7, S. 338; *Bruch* an demselben Orte Bd. 6, S. 135 und Archiv für wiss. Heilkunde Bd. 2, S. 409; *Lent* in der Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 7, S. 145; *Küttner*'s früher erwähnte Diss.; *Hjelt* in *Virchow*'s Archiv Bd. 19, S. 352; *Courvoisier* a. a. O.; *E. Oehl, Sul processo di rigenerazione dei nervi recisi. Pavia* 1864. — 8) Vergl. *Schiff, Lent.* — 9) a. a. O. — 10) Man vergieiche noch den Aufsatz von *B. Benecke* (*Virchow*'s Arch. Bd. 55, S. 496), welcher sehr zahlreiche Literatur-Angaben enthält. Wir verweisen ferner noch auf Mittheilungen von *Ranvier* (*Comptes rendus, Vol.* 75, *p.* 1831 und *Vol.* 76, *p.* 491). — 11) Die Regeneration von Ganglienzellen wurde von *Valentin* (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift Bd. 2, S. 242), *Waller, Walter* (*De regeneratione gangliorum. Bonn* 1853) behauptet, dagegen von *Schrader* (*Experimenta circa regenerationem in gangliis nerveis. Gottingae* 1851) nicht bestätigt. — 12) Man vergl. *Virchow* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 1, S. 144 und Bd. 2, S. 167; *Förster*'s pathol. Anat. Bd. 1, S. 261. — 13) *Förster* a. a. O. S. 344.

16. Das Drüsengewebe.

§ 193.

Die Umgrenzung des Begriffes der Drüsen [1]) unterlag bis in eine noch nicht lange verflossene Epoche bedeutenden Schwierigkeiten. Es konnte sich deshalb mit vollem Rechte ein geistvoller Anatom vor mehr als 30 Jahren äussern: »Die Klasse der Drüsen ist eine derjenigen, welche eine Wissenschaft in ihrer ersten Jugend leichtsinnig schafft, und welche zu begründen und zu rechtfertigen ihr in Zeiten der Reife grosse Sorgen und Mühe kostet.«

Während nämlich in den Anfangsperioden des anatomischen Studium rundliche Form und weiche blutreiche Beschaffenheit genügten, um ein Organ zur Drüse zu stempeln, trat später das physiologische Moment bei der Gewinnung des Drüsenbegriffs mehr in den Vordergrund; der Umstand, dass die Drüse dem Blute Stoffe entnimmt, welche nicht zu ihrer eigenen Ernährung egoistisch verwendet werden sollen, sondern dem Ganzen dienen, indem auf diesem Wege einmal der Körper sich von zersetzten Massen unmittelbar befreit, oder das von der Drüse bereitete Material andern Zwecken des Lebens noch zu genügen hat. So gewann man in der Drüse ein Sekretionsorgan, und musste auf den Ausführungsgang derselben ein sehr grosses Gewicht legen. Später, als man durch komparativ anatomische Studien den verhältnissmässig geringen Werth des ausführenden Kanales erkannt hatte, konnte man auch manchen durchaus geschlossenen Organen, bei welchen ein Sekret niemals nach aussen abfliesst, die Bedeutung drüsiger Organe nicht versagen.

In neuerer Zeit hat die mikroskopische Analyse uns Merkmale geliefert, vermöge deren eine Drüse im Allgemeinen sicherer diagnostizirt werden kann, wenngleich immer noch einzelne missliche Texturverhältnisse übrig geblieben sind.

Ebenso hat uns die Entwicklungsgeschichte hier die wichtigsten Aufschlüsse gegeben. Fast alle ächten Drüsen stammen in ihrem physiologisch bedeutsamsten

Theile, den sekretbildenden Zellen, vom Horn- oder Darmdrüsenblatt. Kein ächtes drüsiges Organ geht vielleicht aus dem Mittelblatt hervor [2]).

Endlich sind wir durch unser erweitertes Wissen über den Lymphapparat dahin gelangt, eine Reihe der mittleren Keimlage entsprossener Theile, welche man früher zu den Drüsen rechnete, als lymphoide Organe bei jenem unterzubringen.



Fig. 325. Dickdarmdrüsen des Kaninchens. Ein Schlauch mit den Drüsenzellen erfüllt; vier andere ohne Zellen mit der hervortretenden *Membrana propria*.



Fig. 326. Ein traubiges, sogenanntes Schleimdrüschen des Oesophagus vom Kaninchen. *a* Der Ausführungsgang; *b* die Drüsenbläschen; *c* das umgebende Bindegewebe.



Fig. 327. Magensaftdrüsen des Hundes mit Zellen erfüllt und von dem Kapillarnetz umsponnen.

Kehren wir zu den histologischen Charakteren der Drüsen zurück. Unsere Organe (Fig. 325 und 326) bestehen aus zweierlei Formelementen: 1) einer wasserhellen feinen Haut, der sogenannten *Membrana propria* oder der Drüsenmembran, welche in verschiedener Anordnung die Gestalt des Organs, wie seiner Abtheilungen bestimmt, und 2) einem von dieser umschlossenen zelligen Inhalt, den sogenannten Drüsenzellen (Fig. 325, 327 und 328). Als dritter nothwendiger Faktor erscheint an der Aussenfläche der homogenen Membran ein Blutgefässnetz (Fig. 327), aus dessen Inhalt die Absonderungsstoffe unserer Organe oder das Material zu solchen entnommen werden.



Fig. 328. Leberläppchen eines 10jährigen Knaben.

Von den drei Requisiten einer Drüse fehlen die Blutgefässe und Zellen niemals und die homogene Membran nur selten.

Hierzu kommen noch an das drüsige Organ sich verbreitende Nerven, Lymphgefässe, bindegewebige, auch zeitweise muskulöse Umhüllungen und endlich als sehr häufiges Vorkommniss ein besonderer, nicht selten ziemlich zusammengesetzter Ausführungskanal.

Anmerkung: 1) Neben den neueren Hand- und Lehrbüchern beachte man die Behandlung des Gegenstandes in *Henle's* allgem. Anatomie, S. 889; über das Technische *Frey*, Das Mikroskop, 5. Aufl., S. 240. — 2) Man vergl. das bekannte *Remak*'sche Werk. Sehr wichtig schien ein durch *His* gemachte Fund, dass die sogenannten *Wolff*'schen Körper und die von ihnen entstehenden keimbereitenden Drüsen, Eierstöcke und Hoden, in ihrem

zelligen Bestandtheile gleichfalls Abkömmlinge des Hornblattes darstellen, während man sie nach den früheren *Remak*'schen Forschungen in unbefriedigender Weise als vom mittleren Keimblatt entsprossen anzusehen genöthigt war. Allein diese Angaben haben sich hinterher leider nicht bewahrheitet, so dass vorläufig das alte Dunkel noch bleibt.

§ 194.

Die *Membrana propria* oder die Drüsenhaut, soweit eine solche vorkommt, erscheint als eine wasserhelle strukturlose Hülle, bald unmessbar fein, manchmal bis auf 0,0011, selten bis 0,0023^{mm} verdickt. Sie wird häufig durch eine äussere bindegewebige Lage umhüllt und ersetzt, so dass eine Wandung von 0,0045, 0,0056—0,0090^{mm} die Folge ist. Nur ausnahmsweise gewahrt man zwischen beiderlei Membranen noch eine Lage glatter Muskeln, wie an den grossen Schweissdrüsen der Achselhöhle. Zuweilen, wie z. B. bei den Talgdrüsen, wird die *Membrana propria* durch unentwickeltes Bindegewebe ersetzt. In anderen Fällen (Parotis, Submaxillaris und Thränendrüse) erscheint (Fig. 329) ihr eingebettet ein Geflecht höchst abgeplatteter kernhaltiger Bindegewebezellen[1].

Im Uebrigen zeigt die strukturlose Drüsenhaut eine ansehnliche Festigkeit und Dehnbarkeit; ebenso leistet sie schwachen Säuren und verdünnten Lösungen der Alkalien einen ziemlich hartnäckigen Widerstand, so dass man sich gerade der letzteren mit Vortheil zur Darstellung unserer Hülle bedient. Nähere Kenntnisse über ihre chemische Beschaffenheit besitzt man noch nicht. Sie dürfte vielfach aus elastischer oder einer nahe kommenden Substanz bestehen.



Fig. 329. Geflecht sternförmiger platter Bindegewebezellen aus der *Membrana propria* durch Mazeration isolirt. Aus der Unterkieferdrüse des Hundes nach *Boll*.

In anatomischer Hinsicht erscheint, wie schon bemerkt, die *Membrana propria* gestaltbestimmend; in physiologischer dient sie der Filtration und Transsudation des Blutplasma. — In histologischer Beziehung hat man sie als ein von dem Drüsenzellenhaufen nach aussen abgeschiedenes und um ihn erhärtetes Substrat auffassen wollen, welches allerdings in früher Lebenszeit gebildet würde, um zahlreiche Generationen der Drüsenzellen zu überdauern. Doch ist eine andere Ansicht zur Zeit eine weit berechtigtere, nach welcher die Drüsenmembran nur die veränderte, mehr oder minder selbstständige Grenzschicht des benachbarten Bindegewebes, also einer anliegenden Partie des mittleren Keimblattes, darstellt. Sie erklärt das Vorkommen oder Fehlen der *Membrana propria* leicht. Ohnehin erscheint es gerade für die Drüsenzelle als etwas Bezeichnendes im Gegensatze zu andern zelligen Elementen des Organismus, keine geformten Aussenprodukte zu liefern.

Die Gestalt, in welcher die *Membrana propria* oder die bindegewebige Grenzschicht uns entgegentritt, ist, wie gesagt, eine wechselnde. Man kann dieser Differenzen im Grossen dreierlei unterscheiden, und hiernach drei Formen von Drüsen gewinnen, welche freilich hier und da in einander übergehen, sowie bald als einfache, bald als sehr zusammengesetzte Apparate sich darbieten.

1) In der einen Form (Fig. 330) stellt die *Membrana propria* einen engen, aber sehr ungleich langen Gang dar, welcher an dem einen Ende fast immer geschlossen ist und mit dem andern offen bleibt, indem er entweder unmittelbar frei ausmündet, oder mit anderen seinesgleichen zu einem komplizirteren Gebilde sich vereinigt. Wir bezeichnen eine derartig geformte Haut mit dem Namen des Drüsenschlauchs und solche Drüsen als schlauchförmige. Man unterscheidet einfache, wo das ganze Organ aus einem einzigen derartigen mikroskopischen Blindsack besteht, und zusammengesetzte schlauchartige Drüsen, wo mehrere oder viele jener Schläuche zu einer neuen anatomischen Einheit zusam-

mentreten; oder, wenn man in anderer Auffassung spricht, wo die Drüsenschläuche sich theilen und sogar netzförmig verbinden können. Haben die Drüsenschläuche eine sehr bedeutende Länge, wie man es in zwei zusammengesetzten Drüsen des menschlichen Leibes, der Niere und dem Hoden, antrifft, so kann man jene als besondere Varietät mit dem Namen der D r ü s e n r ö h r e n bezeichnen (Fig. 333. *a–e*).

Noch eine besondere Erscheinungsform der schlauchartigen Drüsen stellen



Fig. 330. Einfache schlauchförmige Drüsen der Magenschleimhaut vom Menschen.



Fig. 331. Eine Knaueldrüse aus der Konjunktiva des Kalbes.



Fig. 332. Die Bläschen einer traubigen (sogenannten *Brunner*'schen) Drüse des Menschen.

solche dar, wo der obere, meist ungetheilte blindgeendigte Theil wie der Faden eines Knauels zusammengedreht ist (Fig. 331). Man hat sie mit dem passenden Namen der »Knaueldrüsen« versehen [*Meissner* [2]].



Fig. 333. Eine Harnkanälchenverzweigung aus der Niere vom neugeborenen Kätzchen. *a–e* Fortgehende spitzwinklige Theilungen.



Fig. 331. Eine traubige (*Brunner*'sche) Drüse des Menschen.

2) Eine zweite Gruppe drüsiger Organe zeigt uns als Elementargebilde die *Membrana propria* in Gestalt eines sogenannten offenen Drüsenbläschens, d. h. eines weiteren und kürzeren Blindsäckchens von mikroskopischen Dimensionen (Fig. 332). Es kann dieses Gebilde häufig einer kurzhalsigen und weitbauchigen Flasche treffend verglichen werden, während es in anderen Fällen einem bald kürzeren bald längeren Blinddärmchen gleicht [3]).

Bezeichnend ist hier vor Allem die gruppenweise Verbindung jener Bläschen mit einander. Eine solche (und oftmals nicht sehr ansehnliche) Gruppe kann ein ganzes noch mikroskopisches Drüschen bilden, oder als Organtheil mit anderen benachbarten Haufen sich vereinigen (Fig. 326 und 334). Man bezeichnet diese Zusammenfassung mit dem Namen des Läppchens oder Acinus [4]). Aus dem offenen Drüsenbläschen erbaut sich in dieser Weise ein ganzes Heer von Drüsen, die sogenannten traubigen, welche bei allem Wechsel der gröberen Gestalt und bei enormen Grössendifferenzen der mikroskopischen Erforschung verhältnissmässig einförmiger entgegentreten.

Eine scharfe Grenze gegen die schlauchförmigen Drüsen lässt sich nicht ziehen. Ist bei diesen nämlich die Wand nicht glatt, springt vielmehr ihre *Membrana propria* in Form höckeriger oder kugliger Aussackungen vor, und verbindet sich damit eine gewisse Theilung des Schlauches, oder gewinnen traubige Drüsen verlängerte Blinddärmchen, so können Uebergangsformen die Folge sein, welche mit dem gleichen Rechte jeder der beiden Drüsenarten zuzutheilen sind.

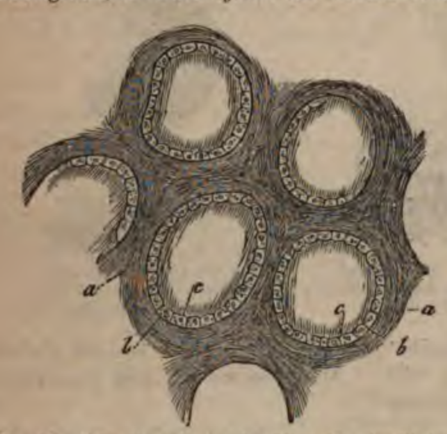


Fig. 335. Drüsenkapseln aus der Thyreoidea des Kindes. *a* Die bindegewebige Grundlage; *b* die Kapseln selbst; *c* ihre Drüsenzellen.

3) Als dritte Abtheilung der Drüsen erhalten wir solche, bei denen die bindegewebige Grenzschicht in Gestalt einer rundlichen, allseitig geschlossenen Kapsel (Fig. 335) oft in nicht unbeträchtlicher Grösse, erscheint. Derartige Kapseln entleeren entweder den Inhalt durch Platzen ihrer Wand, durch sogenannte Dehiszenz, und gehen hierbei ausnahmslos zu Grunde; oder der rundliche Drüsenraum bleibt zeitlebens geschlossen, und der Inhalt transsudirt durch letzteren nur hindurch. Ersteres zeigen uns die Drüsenelemente des Eierstocks; letzteres kommt z. B. bei der Thyreoidea vor. Niemals aber treffen wir beim Menschen die geschlossene Drüsenkapsel nach Art des Schlauches für sich allein eine ganze Drüse bildend. Die hierher zu ziehenden wenigen Organe unseres Körpers sind vielmehr alle aus einer Vielzahl derartiger in bindegewebiger Grundlage eingebetteter Elemente zusammengesetzt.

Anmerkung: 1) Man hat diese Zellen mehrfach für ganglionäre genommen, so *Henle* an den Schlauchdrüsen des Magens (Eingeweidelehre S. 46), *Pflüger* bei der Submaxillaris (Die Endigungen der Absonderungsnerven in den Speicheldrüsen). Man s. noch *Heidenhain* (Studien des physiologischen Instituts zu Breslau. 1867. Heft 4, S. 22), sowie *F. Boll*, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der acinösen Drüsen. Berlin 1869. Von Kernen und Sternzellen in der *Membrana propria Brunner*'scher und *Lieberkühn*'scher Drüsen berichtete *Eberth* (Würzburger naturw. Zeitschrift Bd. 5, S. 31). Ueber die Thränendrüse s. man den Aufsatz von *Boll* (Archiv für mikrosk. Anat. Bd. 4, S. 147). — 2) Vergl. *Manz* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R. Bd. 5, S. 122 und *Meissner* ebendas. S. 129. — 3) Nach *A. Schlemmer* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 60, Abth. 1, S. 169) und *Puky Ákos* (an dems. Orte Abth. 2, S. 31) besitzen *Brunner*'sche und gewöhnliche Schleimdrüschen verlängerte Acini, so dass sie die Verfasser den »tubulösen« Drüsen zurechnen wollen. Man

vergl. dazu noch *G. Schwalbe* (Arch. f. mikr. Anat. Bd. 8, S. 100). — 4) Der Name »Acinus« wird indessen auch zur Bezeichnung des Drüsenbläschens gebraucht, so dass man ihn in seiner Unsicherheit am besten gänzlich vermiede.

§ 195.

Das zweite und wichtigere Elementargebilde der uns beschäftigenden Organe stellen die Drüsenzellen, diese Abkömmlinge des sogenannten Horn- und Darmdrüsenblattes dar, welche gemäss ihrer Herkunft den epithelialen Charakter auch niemals ganz verläugnen.

Die Bedeutung der Drüsenzellen tritt uns in dem Körper mancher niederer Thiere in frappantester Weise entgegen. Man hat hier nämlich die interessante Entdeckung drüsiger Organe gemacht, welche nur aus einer einzigen derartigen Zelle bestehen.

Die Drüsenzellen erscheinen in den Hohlräumen ihrer Organe in der Regel epithelialen Zellen gleich angeordnet. Gewöhnlich bekleiden sie polyedrisch abgegrenzt die Innenfläche in einfacher Lage, selten geschichtet. In sehr engen Räumen können unsere zelligen Elemente auch zusammengepresst, ohne bestimmte Anordnung getroffen werden.

In den ausführenden Theilen der Drüse gehen die Zellen in die benachbarte Epithelialformation über, so dass dieselbe gewissermaassen als modifizirte Schicht zu den Drüsenzellen sich umgestaltet. Und in der That begegnen wir manchen drüsigen Organen, deren Zellen von einem Epithelium, anatomisch wenigstens, kaum verschieden sind.

Die verschiedene Form der epithelialen Zelle, wie wir sie kennen gelernt haben, klingt in der Drüsenzelle ebenfalls wieder. Indessen zu ihrer physiologischen Leistung bedarf unsere Zelle einer grösseren Körperlichkeit als die einer einfachen epithelialen Platte. Desshalb vermissen wir die extrem abgeflachten Schüppchen mancher Pflasterepithelien, und begegnen hier in der Regel mehr kubischen Formen, die freilich, der Nachbarschaft sich anpassend, verschiedene Gestalten erkennen lassen. Flimmernde Drüsenzellen fehlen dem menschlichen Leibe, sehen wir ab von den Drüsenschläuchen des Fruchthälters [1], ganz, wie sie überhaupt höchst seltene Vorkommnisse bilden. Ebenso mangelt die Einlagerung von Melaninkörnchen den Zellen der Drüsen, während Körnchen gelber und brauner Farbestoffe nicht so ganz selten sind.

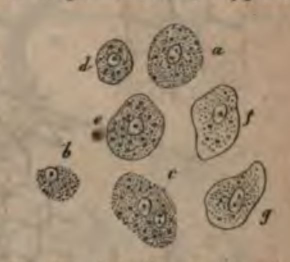


Fig. 336. Labzellen des Menschen. *a* Eine Zelle ohne Hülle; *b* ein von Resten des Zellenkörpers umhüllter Kern; *c* eine Zelle mit zwei Kernen; *d*—*g* Zellen mit schärferer Begrenzung und abnehmender Körnchenmenge.

Kleine kuglige oder doch mehr rundliche Zellen finden sich, so z. B. als Bekleidungsmasse der Kapseln des Eierstocks, während grössere in den Talgdrüsen der Haut und in den *Meibom*'schen der Augenlider vorkommen. — Sehr häufig erinnert die Drüsenzelle, indem ihr Körper breiter geworden, von oben her gesehen, an das Plattenepithelium. In dieser Art verhalten sich unter Anderm die zelligen Elemente der Magensaftdrüsen, die sogenannten Labzellen (Fig. 336), ebenso die Zellen des Lebergewebes (Fig. 337). Eine letzte Erscheinungsform ist endlich die mehr zylindrische Zelle. Wir begegnen ihr sehr häufig, z. B. in den sogenannten röhrenförmigen Schleimdrüsen des Magens, sowie in den traubigen Drüschen der Schleimhäute (*Schlem-*



Fig. 337. Leberzellen des Menschen. *a* Einkörnige; *b* eine Zelle mit zwei Kernen.

mer, Puky Ákos, Schwalbe), und in den *Lieberkühn*'schen des Darms (Fig. 338. *d*). Bei letzteren trifft man zwischen den gewöhnlichen zylindrischen Gebilden exquisite Becherzellen [*Schulze* 2)].

Die neuere Zeit hat in interessanter Weise bei einzelnen Drüsen uns zweierlei zellige Elemente kennen gelehrt, so in den Labdrüsen des Magens und in der Unterkieferdrüse mancher Säugethiere. Wir kommen darauf später zurück.

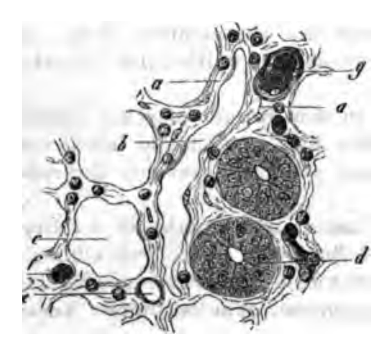


Fig. 338. Querschnitt durch die Dünndarmschleimhaut des Kaninchens (nahe der Oberfläche). *a* Die retikuläre, Lymphzellen beherbergende Bindesubstanz; *b* Lymphkanal; *c* Querschnitt einer *Lieberkühn*'schen Drüse; *d* solche mit den Zellen; *cfg* Blutgefässe.

Ebenso haben wir Verschiedenheiten der Drüsenzellen nach dem thätigen und ruhenden Zustande kennen gelernt, so z. B. in den Drüsen des Magens, in der Submaxillaris mancher Säugethiere u. s. w.

Endlich — und wir wollen es hier vorläufig noch erwähnen — hat man in der Leber, später in mehreren traubigen Drüsen ein zwischen den Zellen befindliches Netzwerk feinster ausleitender Kanälchen, der sogenannten »Drüsenkapillaren« angetroffen. Unsere Fig. 339 vermag dem Leser davon eine erste Vorstellung zu gewähren.

Was die Grössenverhältnisse und die weitere Zusammensetzung der Drüsenzellen angeht, so bieten erstere bedeutende Differenzen dar. Die der Eierstockskapseln haben ein Ausmaass von nur 0,0074 — 0,0090^{mm}, während in den traubigen Schleimdrüsen die Zellen 0,0068 — 0,0113^{mm} besitzen, die der Labdrüsen 0,0226 — 0,0326^{mm}, die Leberzellen ungefähr ebensoviel erreichen u. a. mehr. Kerne von 0,0056, 0,0074 und 0,0090^{mm} finden sich einfach, nicht gar selten auch doppelt, bald mehr bläschenförmig, bald mehr homogen in unsern Zellen vor, können aber in einer späteren Periode in der alternden Zelle sich auflösen. Die Begrenzung ist im Allgemeinen zart und fein. Der Inhalt fällt sehr manchfaltig aus, worauf wir alsbald zurückkommen werden.

Fig. 339. Drusenkanälchen aus dem Pankreas des Kaninchens mit Berliner Blau erfüllt, nach *Sariotti*. 1 und 2; *a* stärkerer Ausführungsgang; *b* derjenige eines Acinus; *c* feinste kapillare Gänge. 3 Ein Acinus mit Zellen und nur theilweise erfüllten Drüsenkapillaren.

Anmerkung: 1) Vergl. *C. Friedländer*, Physiol.-anat. Unters. über den Uterus. Leipzig 1870 und *G. Lott* in *Rollett*'s Untersuchungen aus dem Institute für Physiologie und Histologie in Graz. Leipzig 1871, S. 250. — 2) Archiv für mikroskop. Anatomie Bd. 3, S. 191.

§ 196.

Die zarte Beschaffenheit der Drüsenzelle und der lebhafte Stoffwechsel führt für einen Theil unserer Gebilde eine gewisse, oftmals bedeutende Vergänglichkeit und somit eine neue Parallele mit manchen Epithelialzellen herbei. Während wir jedoch für gewisse Drüsen diese kurze Lebensdauer der Zelle mit aller wünschenswerthen Sicherheit darlegen können, spricht bei anderen keine Thatsache dafür, ja manche dagegen. So scheinen die Leberzellen (Fig. 336), ebenso die zelligen Elemente der Niere verhältnissmässig bleibende Elemente darzustellen.

Einmal wiederholt für die Drüsenzelle, dem Epithelium gleich, hier sich die mechanische Abstossung, indem die zur Drüsenöffnung ausströmende Flüssigkeit geringere oder grössere Mengen der Zellenbekleidung mit abspühlt. — Untersucht man während des Verdauungsprozesses, namentlich bei Pflanzenfressern, die den Magen bedeckende Schleimlage, so gewahrt man oft in ausserordentlicher Menge die durch den hervordringenden Magensaft ausgeschwemmten Labzellen [1]); ebenso führt der Hauttalg die Zellenelemente seiner Drüsen und anderes mehr. Bei anderen Drüsen dagegen wie der Niere, der Thränendrüse, sowie den Schweissdrüsen, dürften die Zellen weniger einer solchen Abspülung unterliegen, und in der Galle vermisst man abgestossene Leberzellen durchaus.

Noch in einer anderen Weise aber zeigt sich die Vergänglichkeit der Drüsenzelle. Sie geht in der Bildung ihres Sekretes zu Grunde. Sieht man ab von den eigenthümlichen Verhältnissen, welche zur Entstehung der Spermatozoen in den Zellen der Hodenkanäle führen, so trifft man namentlich in weiterer Verbreitung bei Drüsen eine physiologische Fettdegeneration, wie man sich ausdrücken möchte; die Zellen gehen unter Erzeugung eines fettigen Inhaltes zu Grunde, verfallen einem Auflösungsprozesse, und jene Fettmasse, frei werdend, erscheint als Bestandtheil des Drüsensekretes. Wir haben diese Vorgänge bei den Talgdrüsen der äusseren Haut, der Milchdrüse, den *Meibom*'schen und Ohrschmalzdrüsen, sowie manchen der Schweissdrüsen [2]).

In solcher Weise werden die Bläschen der Talgdrüsen (Fig. 340. *A*) von Zellen bekleidet (*a*), welche als modifizirte Fortsetzung der *Malpighi*'schen Zellenschicht der äusseren Haut betrachtet werden können, sich von letzterer aber durch einen gewissen Reichthum kleiner Fettmoleküle unterscheiden (*B. a*). Bei einer weiteren Fetteinlagerung vergrössert sich die Zelle (*B. b—f*), löst sich aber von der *Membrana propria* ab (*A. b*), so dass in den Hohlräumen des Organs Zellen von 0,0377—0,0563mm angetroffen werden, deren Fettreichthum ein höchst ansehnlicher, wobei entweder viele Körnchen (*B. b*) oder mehrere Fetttröpfchen (*c*) von der Hülle umschlossen sind, oder die kontinuirliche Fettmasse in dem Zellenkörper das Bild einer gewöhnlichen Fettzelle herbeiführt (*d*). Die Kerne gehen, wie es den Anschein hat, hierbei allmählich zu Grunde und ihre Hülle wenigstens häufig ebenfalls. So zeigt uns der ausgeschiedene Hauttalg einmal freies Fett und dann die eben beschriebene, mit Fett überladene Zellenform.



Fig. 340. *A* Das Bläschen einer Talgdrüse; *a* die der Wand anliegenden Drüsenzellen; *b* die abgestossenen, den Hohlraum erfüllenden, fetthaltigen. *B* Die Zellen in stärkerer Vergrösserung; *a* kleine, der Wand angehörige, fettärmere; *b* grosse, mit Fett reichlicher erfüllte; *c* eine Zelle mit zusammengetretenen grösseren und *d* eine solche mit einem einzigen Fetttropfen; *e f* Zellen, deren Fett theilweise ausgetreten ist.

Ganz verwandte Vorgänge wiederholen sich in der Milchdrüse des säugenden

Weibes. Das sogenannte Kolostrum, eine Milch, welche schon in den letzten Zeiten der Schwangerschaft gebildet wird, zeigt uns die sogenannten Kolostrumkörperchen (Fig. 341. *b*), kuglige Körper von 0,0151—0,0563mm, Anhäufungen verschieden grosser Fetttröpfchen, zusammengehalten durch ein Bindemittel, bald ohne, bald noch mit einer Zellenhülle, sowie einem Kern. Es unterliegt keinem Zweifel mehr, dass in jenem Gebilde die abgetrennte, unter Fettdegeneration in Auflösung begriffene Drüsenzelle gegeben ist.



Fig. 341. Formbestandtheile der menschlichen Milch. *a* Milchkügelchen; *b* Kolostrumkörperchen.

Bald nach der Entbindung enthält die Milch in Unzahl die sogenannten Milchkügelchen (*a*), d. h. Fetttröpfchen, umgeben von einer zarten Schale geronnenen Kasein, von einem sehr wechselnden, zwischen 0,0029—0,0090mm gelegenen Ausmaass. Die grössere Energie der Absonderung führt jetzt schon innerhalb des Organs das Platzen der Drüsenzellen herbei.

Da wo die Drüsenzelle einen fettkörnigen, aus Eiweisskörpern bestehenden Körper führt, überzeugt man sich weniger schlagend von dem Untergang der Zelle bei der Bildung des Sekrets. Indessen trifft man z. B. in den Schleimdrüsen, in den Labdrüsen des Magens meistens eine gewisse Menge freigewordener Moleküle sowie nackter Kerne, ebenso auch defekter Zellen, so dass ein Zugrundegehen zahlreicher Zellenmassen nicht geläugnet werden kann. Derartige Zellentrümmer kannte schon eine frühere Epoche, deutete sie aber, die Reihenfolge umdrehend, zu Gunsten einer freien Entstehung des Gebildes.

Eine andere, wie es scheint, gleichfalls verbreitete Uebergangsform ist die Mucinmetamorphose. Gewöhnliche, eiweissführende (Protoplasma-)Zellen nehmen den Randtheil des Drüsenbläschens ein, grössere schleimhaltige zellige Elemente, aus ersterer Zellenformation hervorgegangen, füllen den übrigen Hohlraum. Sie liefern uns den Drüsenschleim[3]). Es zählen hierher manche Schleimdrüschen, wie die Lippendrüsen des Menschen und Kaninchens, die Kehlkopfdrüsen des letzteren Thieres und Hundes, die Submaxillardrüse mancher Säuger (Hund, Katze) und endlich die Sublingualis (Hund).

Wir werden dieser Verhältnisse wie vieler anderer im dritten Theil des Buches ausführlicher zu gedenken haben.

Umgekehrt lassen in anderen drüsigen Organen, beispielsweise der Niere, die Zellen die Stoffe des Sekretes durch die Membran hindurchtreten, so dass das Verhalten des Epithelium sich hier wiederholt[4]).

Die Frage, wie sich die Drüsenzellen wieder ersetzen, bedarf noch genauerer Untersuchungen. Doch ist die Existenz eines Theilungsprozesses wohl kaum zu bezweifeln. Drüsenzellen mit doppeltem Nukleus sind ohnehin in manchen Organen häufige Vorkommnisse (Fig. 336. *c* und 337. *b*).

Anmerkung: 1) Vergl. den Artikel »Verdauung« von *Frerichs* im Handw. der Phys. Bd. 3, Abth. 1, S. 750. — 2) S. besonders *Virchow*'s Cellularpathologie 4. Aufl. S. 417. — 3) Vergl. *R. Heidenhain*, Studien des physiologischen Institutes zu Breslau. 4. Heft. Breslau 1868, S. 1 u. 21. — 4) Interessant ist der Umstand, dass die Leberzellen schon normal, wie beim Säugling, dann unter abnormen Zuständen häufig eine Fettinfiltration erleiden, welche auch in hohen Graden die Zelle nicht zerstört. Man wird an die serumhaltigen und mit Fett gefüllten Fettzellen (S. 205) erinnert. Ueber diese »Fettleber« vergl. *Frerichs*, Leberkrankheiten Bd. 1. S. 285; *Koelliker*, Würzburger Verhandlungen Bd. 7, S. 179.

§ 197.

Das Blutgefässnetz der Drüsen ist in Uebereinstimmung mit dem energischen vegetativen Leben dieser Theile ein reichliches, aber in seiner Form ver-

schiedenes, indem es sich nach der Gestalt der Drüsenelemente richtet. Die traubigen Drüsen mit ihren rundlichen Bläschen besitzen daher ein rundes Kapillarnetz (Fig. 342), dem des Fettzellenhaufens verwandt. Die schlauchförmigen Drüsen zeigen dagegen an ihren Wänden herauf ein gestrecktes Gefässnetz (Fig. 327 und 343), zuweilen dem quergestreifter Muskeln nicht unähnlich und nur um dicht gedrängte Drüsenmündungen herum wieder als rundliches erscheinend (Fig. 343 nach oben, auch Fig. 344. *c*). Höchst reichlich ist das Netz der Leber (Fig. 345),



Fig. 342. Das Gefässnetz einer traubigen Drüse (des Pankreas).

Fig. 343. Das Gefässnetz der Magendrüsen des Menschen.

welches theils mit rundlichen, theils mehr radienförmigen Maschen die Zellen (vergl. Fig. 328) umgibt. Sehen wir ab von letzterem anomalen Organe, so treten die Gefässnetze niemals zwischen die Zellenhaufen selbst, sondern bleiben auf der Aussenfläche der *Membrana propria* oder bindegewebigen Hülle. Wo Gefässe in das Innere durch die umkleidende Masse eindringen, wie den Lymph- und *Peyer*'schen Drüsen, trägt das Gebilde fälschlich den Namen eines absondernden, und gehört den lymphoiden Organen (s. u.) an.



Fig. 344. Aus dem Hoden des Kalbes. Samenkanälchen in mehr seitlicher Ansicht bei *a* und querer bei *b*; *c* Blutgefässe; *d* Lymphbahnen.

Der energische Stoffumsatz in den Drüsen scheint als ziemlich allgemeine Erscheinung das Vorkommen von Lymphwegen zu bedingen. Man hat sie in unserer Zeit genauer kennen gelernt. Als Beispiele mögen vorläufig Hoden und Schilddrüse, Fig. 344. *d* und 346. *d*—*f*, dienen.

Die Nerven der Drüsen bilden einen der dunkelsten Gegenstände der Histologie. Sie bestehen theils aus blassen *Remak*'schen, theils aber auch aus markhaltigen Fasern. Ihre Verbreitung findet einmal an die Blutgefässe des Organs, dann an dessen Ausführungsgänge und absondernde Elemente statt. In der Regel

erkennt man nur einzelne spärliche Nerven in den Drüsen. Dass manche, wie Thränen- und Speicheldrüsen, an letzteren reich sind, haben wir schon in einem früheren Abschnitte (§ 189) erwähnt.



Fig. 345. Das Gefässnetz der Kaninchenleber.

Fig. 346. Aus der Schilddrüse des Neugebornen *a* Drüsenräume nur mit Zellen erfüllt; *b* beginnende und *c* ausgesprochene Kolloidumwandlung des Inhaltes; *d* u. *f* grössere Lymphbahnen; *e* feinere.



Fig. 347. 1. Eine zusammengesetzte Labdrüse des Hundes. *a* Die weite Ausmündung (*Stomach cell*) mit dem Zylinderepithelium; *b* die Spaltung; *c* die mit Labzellen bekleideten Einzelschläuche; *d* der austretende Inhalt; 2 die Mündung *a* im Querschnitt; 3 Querschnitt durch die einzelnen Drüsen.

Auch glatte Muskeln können ein nicht unwichtiges Moment im Baue der Drüsen bilden. Abgesehen von der Muskulatur des Ausführungsganges, sehen wir einmal dünne Bündel zwischen den einzelnen Drüsen emporsteigen, so z. B. in der Mukosa des Magens, oder sie kommen in dem die Drüsenabtheilungen umhüllenden Bindegewebe vor, so namentlich an der Prostata und den *Cowper*'schen Drüsen (*Koelliker*), oder die Drüsenwand selbst ist muskulös, wie an den grossen Schweissdrüsen der Achselhöhle.

Eine besondere Besprechung verdienen endlich noch die Ausführungsgänge drüsiger Organe. Wir haben schon früher in ihnen keine unentbehrlichen Requisite einer Drüse erkannt. Aber auch da, wo die Drüse eine Oeffnung besitzt, ist sehr häufig von einem besonderen, das Sekret wegleitenden Gange noch nicht die Rede. Alle einfachen Schlauchdrüsen gehören hierher, indem, wenn auch die Zellenform der Innenfläche vor der Mündung sich etwas ändert, doch keine Abgrenzung am Schlauche selbst zu bemerken ist. Nur da, wo mehrere Schläuche in gemeinsamem kurzen weiteren Endstücke zusammenstossen, kann von einer solchen die Rede sein, wie an derartigen Magendrüsen, indem das gemeinsame Stück (*Stomach cell* von *Todd* und *Bowman*) auch durch Zylinderepithelium sich markirt (Fig. 347. *a*). An den Knaueldrüsen stellt der aus dem Konvolut herkommende, zur Mündung strebende Theil des Schlauches einen Ausführungsgang dar, obgleich weder die Struktur der Wand noch der Zellenbekleidung sich ändert, wohl aber anfänglich der Quermesser ab-

genommen hat. Dagegen erstreckt sich unter den komplizirten röhrenförmigen Drüsen bei der Niere durch das ganze Organ ein zusammengesetztes, mit klaren, niedrig zylindrischen Zellen bekleidetes, ausführendes Kanalwerk (Fig. 348. *a—d*). Wir kommen darauf später zurück.



Fig. 348. Aus der Niere des Meerschweinchens (Vertikalschnitt). *a—d* Abführender, *e—h* absondernder Theil des Kanalwerks.

Bei den traubigen Drüsen ist der Gang oder das Gangsystem zu allgemeiner Geltung gelangt. Die einfachsten Verhältnisse zeigen die kleinen Drüschen der Schleimhäute (Fig. 349). Die zu einem Läppchen verbundenen Bläschen setzen sich hier in einen kürzeren oder längeren feinen Gang fort, dessen Wand die verlängerte *Membrana propria* bildet. Bei sehr kleinen Drüschen der Art kann ein derartiger Gang, mit einem zweiten sich verbindend, schon den gemeinsamen ausführenden Kanal herstellen (Fig. 326). Bei anderen ist die Vereinigung derartiger Gänge eine ausgebildetere. Ja bei grösseren Schleimdrüsen bildet der aus den Einzelgängen einer Läppchengruppe entstandene gemeinschaftliche Kanal erst einen Ast des gemeinsamen Ganges. Letzterer oder, bei einer ansehnlicheren Drüse, auch schon seine Zweige erster Ordnung lassen nicht mehr die homogene Beschaffenheit der *Membrana propria* erkennen, sondern bestehen aus längslaufendem Bindegewebe, zu welchem eine äussere, loser gefügte Lage hinzukommen kann, und tragen nach einwärts eine epitheliumartige Zellenbekleidung. Länge und Weite des Ganges fallen sehr verschieden aus.

Die eben besprochenen Verhältnisse bilden den Schlüssel für die Kanalbildung der grösseren und grossen Drüsen. Die Zerspaltnng und Verästelung des Ganges ist hier eine weiter vorgeschrittene, und grössere Läppchengruppen repräsentiren gewissermaassen das einzelne Schleimdrüschen.

Die weiteren Formverschiedenheiten derartiger Organe unter einander beruhen vielfach in dem eigenthümlichen Verlaufe dieses Gangwerks.


Fig. 349. Kleine Schleimdrüschen, zum Theil in gemeinsamen Gängen zusammenstossend.

So sehen wir im Pankreas den Hauptgang fast gerade durch die Axe der Drüse bis gegen die Spitze hin verlaufen. Manche unserer Organe, wie Thränen- und Milchdrüse, haben mehrere Ausführungsgänge, so dass gewissermaassen die Vereinigung der letzten Zweige zum terminalen Kanale hier nicht erfolgt ist.

Hinsichtlich der Textur sieht man die feineren Astsysteme das Verhalten des Schleimdrüschens wiederholen, während die weiteren und der terminale Gang eine derbere, an elastischen Elementen reichere innere Wandung bekommen, welche von der äusseren umhüllt ist. Zwischen beide Lagen schiebt sich dann bei einem Theile unserer Drüsen noch eine muskulöse ein. Dieselbe besteht in geringer Entwicklung aus längslaufenden Faserzellen (wie der Milchdrüse und den *Cowper*'schen), bei weiterer Ausbildung aus einer äusseren longitudinalen und einer inneren transversalen Schicht, zu welcher noch eine innerste, wiederum längsgerichtete

sich hinzugesellen kann (Samenleiter). Die innere bindegewebige Lage wird allmählich zu einer von zylinderartigen Zellen bekleideten Schleimhaut, in der selbst wiederum kleine Schleimdrüschen erscheinen können (Gallenwege, pankreatischer Gang).

§ 198.

Ueber die einzelnen Drüsen ist Folgendes zu bemerken:

1) Zu den schlauchförmigen Drüsen des menschlichen Körpers gehören die *Bowman*'schen Drüsen der *Regio olfactoria* des Geruchsorgans, die *Lieberkühn*'schen der dünnen Gedärme, die sogenannten Dickdarmfollikel, die Magensaft- (Lab-) Drüsen und die Magenschleimdrüsen, die Uterindrüsen. Sie bestehen aus verschieden langen Schläuchen einer einfachen *Membrana propria*. Ihre Länge, von der Dicke der Schleimhaut abhängig, wechselt von 0,2256—2,2555mm und mehr. Die Breite schwankt bedeutend (*Bowman*'sche 0,0323—0,0564mm, *Lieberkühn*'sche 0,0564mm, Dickdarmschläuche 0,0564—0,1128mm, Labdrüsen 0,0323—0,0451mm). Die Menge derartiger Drüsen ist nicht selten eine sehr beträchtliche, so dass sie in gedrängter Stellung die Schleimhaut anfüllen. Als Beispiel mag Fig. 350, das *Lieberkühn*'sche Drüsensystem der Katze dienen. Der Schlauch bleibt gewöhnlich ungetheilt. Bei manchen unserer Drüsen, wie denen des Uterus und Magens, kann er sich in zwei drei und mehr Aeste zerspalten. Die Zellen des Inhaltes sind theils mehr plattenförmige und rundliche, theils zylindrische.



Fig. 350. *Lieberkühn*'sche Drüsen der Katze (*a*) mit den darüber befindlichen Darmzotten (*b*).

Die Knaueldrüsen werden gebildet von den kleinen und grossen Schweissdrüsen, den Ohrschmalzdrüsen und den am Kornealrande der Konjunktiva bei manchen Säugethieren vorkommenden Schläuchen. Sie haben nur noch selten, wie am Kornealrande, die einfache *Membrana propria*. An den übrigen ist die Wand derber, indem jene Haut von einer Bindegewebeschicht umhüllt wird, zu welcher als mittlere Lage noch longitudinale muskulöse Elemente hinzukommen können (grosse Schweissdrüsen der Achselhöhle). So erreicht die Wandung Dimensionen von 0,0045—0,0094, ja 0,0135mm. Die Weite der ansehnlich langen Gänge des Knauels schwankt von 0,0451, 0,0992, ja 0,1505mm und die Grösse des ganzen Konvoluts von 0,2—4,5 und 6,7mm. Der ausführende Gang ist anfangs verengt, später weiter, und verliert beim Eintreten in die geschichteten Epitheliallagen die Wandung. Die Zellenbekleidung der Drüsen ist eine mehr rundliche und plattenförmige und der Inhalt der Zellen vielfach ein fettiger.

Die komplizirten röhrenartigen Drüsen haben entweder wie die Niere eine homogene Membran, oder diese ist durch Bindegewebe ersetzt (Hoden). Die Röhren des Hodens (Samenkanälchen) sind etwa 0,1128mm weit, die des ersteren Organs (Harnkanälchen) wechseln von 0,2 und 1,2 zu 0,0377mm und mehr. Die Zellen erscheinen polyedrisch.

Die physiologische Bedeutung der einzelnen Schlauchdrüsen fällt ungemein manchfaltig aus.

2) Die traubigen Drüsen bilden eine grosse Reihe von Organen mit dem allerdifferentesten Ausmaasse, gleichfalls mit wechselnden Sekreten und sehr ungleicher physiologischer Bedeutung. Es gehören hierher die verschiedenen kleinen

traubigen Drüschen der Mukosen unseres Leibes. Sie kommen in sehr ungleichen Mengenverhältnissen, manchmal, wie an Stellen der Mundhöhle und im Duodenum (Fig. 351), in gedrängtester Häufung vor. Bisweilen tragen sie besondere Namen; so am letzteren Orte, wo sie *Brunner*'sche heissen. Ferner rechnen hierher die



Fig. 351. *Brunner*'sche Drüsen des menschlichen Zwölffingerdarms. *a* Darmzotten; *b* die Drüsenkörper im submukösen Gewebe befindlich, welche mit ihren Gängen *c* zwischen der Basis der Zotten ausmünden.

Fig. 352. Aus der Schilddrüse des Neugebornen. *a*–*c* Drüsenräume.

Talgdrüsen der äusseren Haut und ihre Modifikation, die *Meibom*'schen der Augenlider. Erstere beginnen als einfache flaschenförmige Säcke, um durch weitere Aussackungen der Wand kleinere und grössere traubenartige Organe zu werden.

Zu den grösseren Drüsen dieser Gruppe zählen die Thränendrüse, die verschiedenen Speicheldrüsen, das Pankreas, die Milchdrüse, die *Cowper*- und *Bartholini*'schen Drüsen der Genitalien, ebenso als Drüsenaggregat die Prostata. Auch die Lungen könnten ihrer Struktur und Entstehung nach hier mit aufgeführt werden. Die Drüsenbläschen, fast immer von feiner *Membrana propria* gebildet, differiren im Mittel von 0,1128—0,0451^{mm} mit Extremen nach beiden Seiten hin. Der Inhalt besteht entweder aus rundlichen oder mehr kubischen Zellen. Einige haben fettreiche Sekrete. Ihrer Ausführungsgänge gedachte schon der vorige §.

3) Was endlich die aus geschlossenen rundlichen Räumen bestehenden Drüsen betrifft, so kann als Vorbild eines sich nie öffnenden Höhlensystems die Thyreoidea (Fig. 359) dienen, bei welcher in bindegewebiger Grundlage rundliche geschlossene Drüsenräume von 0,1128—0,0564^{mm} und weniger, bestehend aus einer bindegewebigen Wandung (ohne deutliche *Membrana propria*) und einer Bekleidung kleiner rundlicher Zellen, vorkommen. Eine durch Platzen sich öffnende und dann nach Ausschüttung des Eies und übrigen Inhaltes zu Grunde gehende komplizirtere Kapsel von viel bedeutenderer Grösse, von 1—4,5^{mm} und mehr im Durchmesser, bildet das *Graaf*'sche Bläschen des Eierstocks, eingebettet in reichlichem festem Bindegewebe. Bekleidet ist die Innenfläche von kleinen rundlichen gekernten Zellen, zwischen denen das primitive Ei sitzt.

§ 199.

Was die Mischungsverhältnisse des Drüsengewebes angeht, so bilden diese eins der vernachlässigsten Kapitel der Histochemie. Schon über die Natur

der *Membrana propria* der Drüsen sind wir nur wenig aufgeklärt. Ihre Substanz ist keine eiweissartige. Vielmehr besteht sie aus einer schwer löslichen, schwächeren Säuren und Alkalien ziemlich lange widerstehenden Materie, so dass wir an das Verhältniss der Glashäute erinnert werden. Vielfach ist das Resistenzvermögen auch gegen konzentrirte Alkalien ein ansehnliches, wo alsdann elastische Substanz die Drüsenhaut herstellen dürfte, was bei der indifferenten, wenig veränderlichen Natur jener Masse für die absondernde Thätigkeit wichtig erscheint. In andern Fällen wird die Substanz der Drüsenhäute weniger ausdauernd getroffen, und wir haben keine Vermuthung über ihre Mischung. Dass da, wo statt einer wasserhellen homogenen Membran bindegewebige Schichten die Organabtheilungen begrenzen, leimgebendes Gewebe vorliegt, bedarf wohl keiner Bemerkung.

Die Drüsenzellen, der wichtigere Theil unserer Organe, derjenige, welcher überhaupt letztere zu Drüsen macht, bieten, abgesehen von der Inhaltsmasse der Zellenkörper, wenig Auffallendes dar. Ihre Hüllen bestehen meistens aus einer schon schwächeren Säuren erliegenden Substanz, bisweilen aus einer resistenteren Materie, so dass man an manche der nahe verwandten Epithelien erinnert wird. Der Kern verhält sich wie anderwärts.

Die Inhaltsmasse der Drüsenzelle jedoch ändert sich nach der spezifischen Natur des Sekretes. So treffen wir z. B. in den Zellen der Leber einmal Körper, welche später in der Galle frei werden, wie Fette, Farbestoffe, aber auch Glykogen, welches zur Bildung von Traubenzucker führt, der dann durch das Lebervenenblut weggeführt wird. So enthalten die Zellen der Milchdrüse das Butterfett der Milch, die der Talgdrüsen die Fettsubstanzen der Hautschmiere, die Labzellen das Pepsin des Magensaftes und anderes mehr. Auch das Mucin gibt für die Zellen jener Drüsen, welchen man bei der Schleimbildung sich betheiligen lässt, sowie noch anderer, eine Inhaltsmasse ab.

Haben wir somit in der Drüsenzelle die Stoffe des Sekretes als Zellenbestandtheil, so verhalten sie sich nach zwei Richtungen hin unter einander verschieden.

Erstens sehen wir in einem Theile unserer Organe, dass diese Substanzen nur aus dem Blute entnommen werden, um in der Zelle einfach eine Zeit lang zu verweilen. Es ist dieses beispielsweise mit den Bestandtheilen der Schweissdrüsen und Niere der Fall, wobei wir keine bedeutendere weitere chemische Umänderung durch die Thätigkeit der Zelle darthun können. In anderen Drüsen findet eine solche, aber in unerheblicher Weise statt, wie in der Milchdrüse des Weibes, wo ein Eiweisskörper in Kasein und möglicherweise der Traubenzucker zu Milchzucker umgewandelt wird. Solche Verhältnisse bilden die Brücke zu einem anderen Verhalten, wo die Drüsenzelle durch Zerlegung überkommener Inhaltsmassen ganz neue eigenthümliche Stoffe produzirt, wie es in der Leber mit den Gallensäuren der Fall ist.

Eine andere Differenz betrifft — wie wir bereits wissen — die Zelle selbst, welche entweder abgestossen nach Erzeugung ihres spezifischen Inhaltes zu Grunde geht und diesen somit befreit (Talg-, Milch- und manche Magendrüsenzellen), oder den Inhalt aus dem unversehrten Körper austreten lässt, und so ein bleibenderes Gebilde darstellt (Nieren- und Leberzellen).

Endlich wird der egoistische Umsatz des Drüsengewebes, d. h. der im Interesse der eigenen Ernährung stattfindende, die verbreiteteren Zersetzungsprodukte des Organismus herbeiführen müssen[1]. In dieser Weise hat sich Leucin, meist in recht geringer Menge, als ein sehr gewöhnliches Umsetzungsprodukt der Drüsen ergeben (*Staedeler* und *Frerichs*), sehr selten reichlich, wie im Pankreas. Vereinzelter treten andere Basen, wie Tyrosin, Taurin, Cystin, Hypoxanthin, Xanthin und Guanin auf. Ebenso kann man Inosit und Milchsäure antreffen; wenig verbreitet erscheint die Harnsäure. Diese umgesetzten Stoffe werden, wie es scheint, theils mit dem Sekret nach aussen entleert; theils kehren sie in die Blutbahn wieder zurück.

Wie die Wirkung des Nervensystems für den Chemismus sich gestaltet, wird sich später (Speicheldrüsen) ergeben.

Anmerkung: 1) Man vergl. hierzu das Lehrbuch der physiol. Chemie von *Gorup* S. 651, sowie die einzelnen Organe im dritten Abschnitt des Buches.

§ 200.

Was die Entwicklung der Drüsen [1]) betrifft, so wurde schon früher der epitheliale Charakter dieser Gebilde hervorgehoben. Gerade die Entstehungsweise liefert hierzu die besten Belege. Eine Reihe drüsiger Organe entwickeln sich bekanntlich von der äusseren Zellenschicht des fötalen Körpers, dem sogenannten Hornblatte. Sie entstehen in Form kolbiger Herabwucherungen der epithelialen Zellen, welche anfangs weder von einer Höhlung noch einer Drüsenmembran eine Spur erkennen lassen. Letztere bildet sich an der Aussenfläche des Haufens als diesem aufgelagerte Masse. Die Vergrösserung des Haufens erfolgt durch Theilungen der Zellen. Die durch die Zellenwucherung eingesackte faserige Hautpartie wird endlich zur bindegewebigen Umhüllungsmasse der Drüsen. Es gehören hierher die Schweiss- und Talgdrüsen, die Milchdrüse und Thränendrüse.



Fig. 353. Die Schweissdrüse eines Fötus von 5 Monaten. *a. b* Die oberflächlichen u. tieferen Schichten der Oberhaut. Letztere bilden in zapfenartiger Wucherung die Drüsenanlage *d*.



Fig. 354. Die Milchdrüse eines älteren Embryo nach *Langer*. *a* Die mittlere kolbige Masse mit kleineren inneren *b* und grösseren Auswüchsen *c*.

Die Schweissdrüsen (Fig. 353, *d*) erzeugen sich nach *Koelliker* vom fünften Monat des Fruchtlebens. Anfangs kleine flaschenförmige Wucherungen der Zellen des *Malpighi*'schen Schleimnetzes, dringen sie in den folgenden Monaten tiefer durch die Haut nach abwärts, um sich am unteren Ende allmählich hakenförmig zu krümmen. Jetzt beginnt die Andeutung einer kanalartigen Aushöhlung in der Axe des Zellenhaufens zu erscheinen, und die Mündung nach aussen sich anzubahnen. — Auch die Talgdrüsen, deren erste Spuren man etwas früher bemerkt, sind seitliche solide Wucherungen, der die embryonale Haarbalganlage bildenden unteren Epithelialzellen und von derselben flaschenartigen Gestalt. Sehr frühe beginnen die innersten Zellen unter Vergrösserung die so bezeichnende Fettumwandlung zu erleiden. Durch ein fortgehendes wucherndes Wachsthum bilden sich allmählich die bläschenartigen Aussackungen entwickelter Talgdrüsen hervor.

In ganz verwandter Art entwickelt sich vom vierten und fünften Monate an die Milchdrüse. Um die einzelnen Zellenhaufen (Fig. 354) bemerkt man eine bindegewebige Umhüllungsmasse, eine Einstülpung der äusseren Haut. Erst aber mit dem Eintritt der Pubertät und der Schwangerschaft gelangt das Organ zur vollen Ausbildung.

(Leider sind in der Herkunft ihrer zelligen Bestandtheile die keimbereitenden Geschlechtsdrüsen, Eierstöcke und Hoden, trotz manchfacher Untersuchungen noch immer räthselhaft geblieben.)

Nach ganz ähnlichen Verhältnissen gestaltet sich die Entwicklung anderer zahlreicherer unserer Organe vom sogenannten Darmdrüsenblatt aus. Es zählen dahin die Drüsen der Verdauungswerkzeuge und der damit in Verbindung stehenden grösseren Organe, wie der Leber, des Pankreas und der Lunge. An die Stelle der Zellen des Hornblattes treten hier die Elemente des Drüsenblattes, welches in flächenhafter Anordnung zum Darmepithelium wird. Man kennt indessen diese Vorgänge vielfach noch ungenügend, wie beispielsweise für die Labdrüsen und die Dickdarmschläuche, während die *Lieberkühn*'schen von Anfang an hohle Ausstülpungen darzustellen scheinen. Solide Zellenmassen bilden dagegen die ersten Anlagen der *Brunner*'schen und auch wohl der übrigen traubigen Schleimdrüsen. Einen analogen Bildungsgang scheinen auch die Speicheldrüsen einzuhalten; nur dass eine viel ausgedehntere Wucherung zu rundlichen, das Drüsenbläschen bildenden Zellenhaufen stattfindet. Das Pankreas soll mit einer hohlen Einstülpung beginnen, deren Zellenbekleidung wuchernd in gleicher Weise die Drüsenläppchen und Bläschen in das Leben ruft. Diesen Bildungsgang zeigt sicher die Lunge.

Anmerkung: 1) Ueber die Entwicklungsgeschichte der Drüsen im Allgemeinen vergl. man das *Remak*'sche Werk, ebenso die Vorlesungen über Entwicklungsgeschichte von *Koelliker*. Die Entstehung der Schweiss- und Talgdrüsen untersuchte der letztere Forscher (Zeitschrift für wiss. Zoologie Bd. 2, S. 67), diejenige der Milchdrüse *Langer* (Denkschriften der Wiener Akademie Bd. 3, Abth. 2, S. 25).

17. Die Gefässe.

§ 201.

Man kann freilich nur in einem sehr beschränkten Sinne von einem besonderen Gefässgewebe[1]) sprechen. Einzig die innerste Lage besteht überall aus einer Lage verkitteter, eigenthümlicher, abgeplatteter Zellen, welche dem Epithel sehr ähnlich erscheinen. Allerdings stellen diese Gefässzellen die Wandung der einfachsten Röhren allein her. — Alle übrigen Schichten dagegen, welche in weiterer Auflagerung die Wandung verstärken — und sie beginnen schon sehr frühzeitig — bilden bindegewebige, elastische und muskulöse Massen, mithin Gewebe, welche schon früher ihre Erörterung fanden. Da aber die dünnen Röhren mit ihrer einfachen Textur durch die allmählichsten Uebergänge in die stärkeren, komplizirter gebauten sich fortsetzen, ist eine Gesammtbetrachtung der Blut- und Lymphgefässe zweckmässig.

Bekanntlich unterscheidet man Röhren, welche den Blutstrom aus dem Herzen wegführen, die Arterien, und andere, welche ihn gegen letzteres zurückbringen, die Venen. Zwischen die Verästelungen beider schiebt sich verbindend das System der Haargefässe oder Kapillaren. Letztere, gegenüber den nur leitenden Arterien und Venen, bilden den physiologisch wichtigsten Theil des Ganzen, indem durch ihre dünnen Wandungen hindurch die Wechselwirkung zwischen Blut- und Organflüssigkeit und die Absonderung erfolgt.

Das Haargefässrohr zeigt uns in der Regel eine von der Nachbarschaft getrennt bleibende Wandung. Wir wollen für solche Anordnung die Bezeichnung des Kapillargefässes festhalten. In andern selteneren Fällen ist aber jene das Blut begrenzende Wandung mit dem angrenzenden Gewebe verschmolzen, so dass das Blut eine Rinne zu durchströmen scheint. Wir erhalten so den Kapillarkanal. Endlich lehren die Beobachtungen der Neuzeit, wie in der Pulpa der

Milz die feinsten Blutströmchen in der That wandungslose Bahnen durchfliessen. Es ist dieses die Kapillarlakune[2].

Die feinsten Haargefässe, welche jedoch nicht in allen Theilen des Körpers vorkommen, sind Röhren gerade noch weit genug, um die einzelne Blutzelle, oft nur mit einer gewissen Kompression, hindurch zu lassen. Das Lumen kann daher für sie zu 0,0045—0,0068^{mm} angenommen werden, während andere ansehnlichere bis 0,0113^{mm} und mehr erreichen.

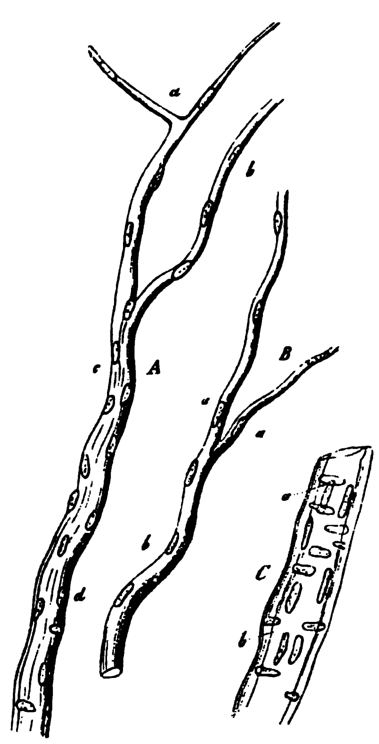


Fig. 355. Feine Blutgefässe aus der *Pia mater* des menschlichen Gehirns. *A* Ein Stämmchen *c*, welches nach oben in zwei zarte Kapillaren *a*. *b* übergeht, und abwärts bei *d* aus einer doppelten Haut besteht. *B* Ein ähnliches Röhrchen *b* mit der Verästelung *a*. *C* Ein weiteres Gefäss mit doppelter Membran, der inneren *a* mit längslaufenden und der äusseren *b*, sowie dazwischen befindlichen querstehenden Kernen.

Diese Kanäle (Fig. 355. *A*. *B*) boten uns bis vor Kurzem eine höchst einfache Textur dar. Ihre in der Regel sehr dünne Wand erscheint ursprünglich vollkommen wasserhell, strukturlos, von einer bedeutenden Dehnbarkeit und Elastizität und auch in chemischer Hinsicht, erinnernd an das Sarkolemma der Muskelfäden und die Primitivscheide der Nerven, mit einer beträchtlichen Widerstandsfähigkeit gegen chemische Eingriffe. In ihrer Wand liegen rundliche oder längliche, mit Nukleolus versehene Kerne von 0,0056—0,0074^{mm} Grösse, meistens in unregelmässigen, aber ansehnlicheren Zwischenräumen hinter einander (*A*. *a*. *b*. *B*. *a*), bisweilen aber schon mehr alternirend (*A*. *a*. *B*. *b*). Letztere Stellung wird dann an stärkeren, 0,0113^{mm} und mehr betragenden Stämmchen (*A*. *c*) zur Regel. Die sonstige Beschaffenheit bleibt dieselbe; nur kann die Röhrenwandung eine ansehnlichere Dicke, bis etwa 0,0018^{mm} erlangen. Die Längsaxe der Kerne fällt mit der des Gefässes zusammen, so dass man jene längsovale nennt.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Henle*'s allg. Anatomie S. 473, die Werke von *Gerlach* S. 207, *Koelliker* (Gewebelehre S. 586), *Todd-Bowman Vol.* 2, *p*. 315, *Hessling* (S. 246) und *Eberth* in *Stricker*'s Handbuch S. 191. — 2) Die Berechtigung dieser Terminologie wird sich aus dem dritten Theile unseres Werkes ergeben.

§ 202.

Man hielt Dezennien lang das erwähnte Bild der Haargefässwandung unbedenklich fest, da es mit keinem Hülfsmittel möglich war, eine weitere Zusammensetzung jener wasserhellen, kernführenden Membran zu erkennen.

Da — mit einem Male — wurde nach dem Vorgange *Hoyer*'s durch *Auerbach*, *Eberth* und *Aeby*[1]) diese Zerlegung erzielt, und zwar durch die Anwendung hochverdünnter Höllensteinlösungen, eines Mittels, welches zarte Zellengrenzen (bei Epithelien, glatten Muskelfasern) in Form dunkler Linien auf das Schönste sichtbar macht. Platte, oft eigenthümlich gerandete Zellen mit einem Kern stellen in fester Verbindung und nach dem Lumen des Gefässes gekrümmt die wasserhelle, kernführende Membran her (Fig. 356 und 357). Dieses Zellenrohr der Haargefässe bietet im Uebrigen vitale Kontraktilität dar (Stricker[2]).

Auch in die grösseren und grössten Stämme setzen sich dieselben Gefässzellen in kontinuirlichem Uebergang, wenn gleich unter Modifikationen, fort. Man erkennt dieses sehr leicht. Hier waren sie schon früheren Forschern bekannt, da ihre Abgrenzungen ohne Weiteres sichtbar sind. Sie wurden als das Epithel der Venen, Arterien und Herzhöhlen beschrieben (§ 87) und, dürfen wir hinzufügen, mit Recht. Denn unsere Gefässzellen sind ein Glied des Epithel des mittleren Keimblattes (S. 165 und 166), des sogenannten Endothelium von *His*. Einen anderen Namen für jene, den des Perithelium hat *Auerbach* [3]) vorgeschlagen. Passend erscheint es, jenes Zellenrohr mit der Benennung der primären Gefässhaut zu versehen.

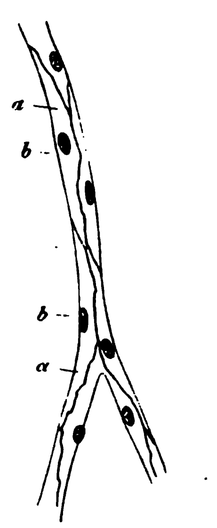


Fig. 356. Haargefäss aus dem Mesenterium des Meerschweinchens nach Einwirkung der Höllensteinlösung. *a* Gefässzellen; *b* deren Kerne.

Was nun das nähere Verhalten der Gefässzellen betrifft, so erscheinen dieselben im Zusammenhang mit der Weite des Rohrs bald mehr spindelförmig, bald mehr polygonal. Die erstere Varietät (Fig. 356), von leicht zackigen und welligen Linien begrenzt, bietet 0,0756—0,0977^{mm} Länge bei einer Breite von 0,0099—0,050^{mm}. Es kommen solche Zellen den feinsten Haargefässen zu, und bilden vertikal, seltener schräg zur Längsaxe gelagert die Kapillarwand. Auf den Querschnitt letzterer kommen 2, 3, seltener 4 Zellen. An manchen feinsten Röhren begegnet man Strecken, wo nur eine einzige, mit ihren eigenen Rändern sich berührende Zelle die Wand herstellt. Haargefässe des Gehirns, der Retina, der Muskulatur und Haut zählen hierher.

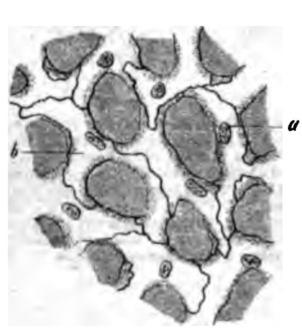


Fig. 357. Kapillarnetz aus der Lunge des Frosches mit Höllensteinlösung behandelt. *b* Gefässzellen; *a* deren Kerne.

Kapillaren von stärkerem Quermesser werden von den Zellen der zweiten Varietät erbaut. Man begegnet entweder regelmässigeren Polygonen, z. B. in der *Choriocapillaris* des Katzen- und dem Fächer des Vogelauges, oder mehr unregelmässigen, vielfach in lange Zipfel ausgezogenen Platten (Fig. 357), deren man 2 bis 4 auf den Querschnitt zählt. Die Grösse wechselt natürlich sehr, und erhebt sich stellenweise auf 0,0749—0,1737^{mm}. Das Ineinandergreifen jener Zacken gewährt ein ganz eigenthümliches mikroskopisches Bild [4]).

Wir müssen noch einen Augenblick bei unseren Gefässzellen stehen bleiben. Zwischen ihnen erscheinen bald zahlreicher bald spärlicher grössere und kleinere, meist rundliche Körper, bald einem dunklen Flecke (Fig. 358. *a*. *a*), bald einem Ring (*b*) gleichend.

Man hat dieselben manchfach für präformirte Oeffnungen oder »*Stomata*« erklären und für den Austritt farbloser und farbiger Blutzellen (S. 133) verwenden wollen [5]).

Neue Untersuchungen von *Arnold* bestätigen die Richtigkeit jener Auffassung [6]).

Während nun an manchen Körperstellen in dem erwähnten Zellenrohr vermuthlich das ganze Haargefäss gegeben ist, treffen wir Lokalitäten, wo einmal eine zarte homogene Membran jenen Zellenschlauch umhüllt, und wahrscheinlich die erste Andeutung der *Tunica intima* darstellt, und noch häufiger solchen, wo das angrenzende Bindegewebe allen, auch den feinsten Kapillaren eine äussere Hülle,

eine *Adventitia capillaris*[7]) umbildet, welche wir der *Tunica cellulosa* grösserer Stämme äquivalent annehmen wollen. So erscheinen, lose umhüllt von homogener kernführender Membran, z. B. die Kapillaren des Gehirns (Fig. 358. *a*), von Zellen der retikulären Bindesubstanz fester umgeben diejenigen der lymphoiden Organe (*b*). Ferner können ansehnlichere, immerhin aber noch den Haargefässen zuzurechnende Stämmchen in weiterem Abstande (*c*) von einer Bindegewebelage umhüllt sein, und der so hergestellte Zwischenraum zur Lymphströmung benutzt

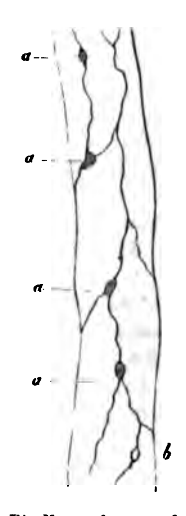


Fig. 358. Ein Haargefass aus dem Mesenterium des Frosches mit Silberlösung behandelt. Zwischen den Gefässzellen erscheinen bei *a a* und *b* die Löcher (»*Stomata*«).



Fig. 359. Haargefässe und feine Stämmchen des Saugethiers. *a* Kapillargefäss aus dem Gehirn; *b* von einer Lymphdrüse; *c* ein etwas stärkeres Stämmchen mit einer Lymphscheide aus dem Dünndarm, und *d* Querschnitt einer kleinen Arterie eines Lymphknoten.

werden. Wir kommen auf derartige Lymphscheiden später zurück, und bemerken hier nur, dass nicht jedes umhüllende und Lymphzellen beherbergende Adventitialgewebe eines Blutgefässes auch schon als Lymphscheide betrachtet werden darf. Ebenso veranlasst ein häufiges Anordnungsverhältniss, dass ein Blutgefäss zu beiden Seiten von lymphatischen Kanälen begrenzt erscheint, sehr leicht, namentlich an nicht injizirten Präparaten, das Trugbild jener Umscheidung.

Während bei den geschilderten Fällen die Kapillarwandung in ihrer Selbständigkeit leicht zu erkennen ist, vereinigen sich in andern die Gefässzellen mit dem angrenzenden Gewebe in so nachhaltiger Weise, dass sie entweder gar nicht oder nur mit Hülfe starker Reagentien isolirt werden können, obgleich natürlich die Silberbehandlung ihre Grenzen sichtbar macht. Dieses ist die Textur des Gefässkanales. Die äussere Haut, andere feste bindegewebige Strukturen, die Pupillarhaut des fötalen Auges[8]) rechnen dahin.

Anmerkung: 1) Ueber die Literatur des merkwürdigen Fundes vergl. man S. 100, Anm. 1. — 2) Wiener Sitzungsberichte Bd. 51, Abth. 2, S. 16, Bd. 52, Abth. 2, S. 379. — 3) a. a. O. S. 391. Einsprüche gegen diese Auffassung, welche allerdings die Kontrole der Entwicklungsgeschichte noch zu erfahren hat, sind bereits von mehreren Seiten erhoben worden. *Stricker* (a. a. O. Bd. 52) hält die interzelluläre Natur des Kapillargefässes fest, und betrachtet es aus verschmolzenen Zellen, die eine hohle Protoplasmaröhre darstellen, bestehend. *N. Chrzonszczewsky* (*Virchow's* Archiv Bd. 35, S. 169) bestätigt die Zellen der Kapillaren, glaubt aber noch eine das Epithelialrohr der Haargefässe überkleidende strukturlose Membran als zweites Element der Wandung annehmen zu müssen. Ihm stimmt *Legros* (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* 1868, p. 479) bei. *S. Federn* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 53, Abth. 2, S. 468) dagegen hebt das Eigenthümliche und Verworrene mancher dieser Silberlinien, welches mit Zellenbegrenzungen sich nicht verei-

nigen lasse, hervor. *Cohnheim* (*Virchow*'s Archiv Bd. 40, S. 52, Anm.) schliesst sich unbedenklich der in unserm Texte vertretenen Auffassung an. Ihm sind zahlreiche andere Forscher gefolgt. Die Gefässbahnen wirbelloser Thiere durchmusterte *Eberth* (Würzburger naturwiss. Zeitschr. Bd. 6, S. 84). — 4) Man s. den Aufsatz von *Eberth* im 6. Bande der Würzburger Verhandlungen, S. 27, welchem wir hier gefolgt sind. — 5) Neben der § 81 Anm. 1 erwähnten Literatur vergl. man noch *Auerbach* in *Virchow*'s Arch. Bd. 33, S. 340, sowie den späteren § 208 unseres Buches. — 6) S. *Arnold* in ders. Zeitschrift Bd. 58. — 7) S. *His* in der Zeitschrift für wiss. Zoologie Bd. 10, S. 340. Der Verfasser scheint indessen dieser *Adventitia capillaris* eine allzugrosse Ausdehnung durch den Körper zuzuerkennen. Man s. hierzu noch die Bemerkungen von *Koelliker*, Gewebelehre 4. Aufl., S. 602. — Die betreffende Hülle der Gehirnkapillaren beschrieb schon 1859 *Robin* (*Journ. de la Physiologie Tome* 2, *p.* 537 und 719. — 8) *Eberth* a. a. O.

§ 203.

Gehen wir von diesen feineren Formen zu stärkeren Stämmen über, so treffen wir zunächst die uns bereits bekannten Lagen, die epitheliale, die sie bedeckende Intima[1]) und endlich die bindegewebige Aussenschicht. Letztere erscheint als längsstreifiges Bindegewebe mit vertikal gerichteten Kernen oder Bindegewebezellen.

Sehr bald aber, schon an recht feinen, aber gegen die Arterie gerichteten Stämmchen schiebt sich zwischen jene beiden inneren Membranen und die Aussenschicht eine dünne Lage quergestellter kontraktiler Faserzellen ein, deren Kerne leicht zu sehen sind. Man hat letztere querovale genannt. Es unterliegt keinem Zweifel, dass hiermit die erste Anlage der sogenannten mittleren oder muskulären Gefässhaut grösserer Stämme gegeben ist.

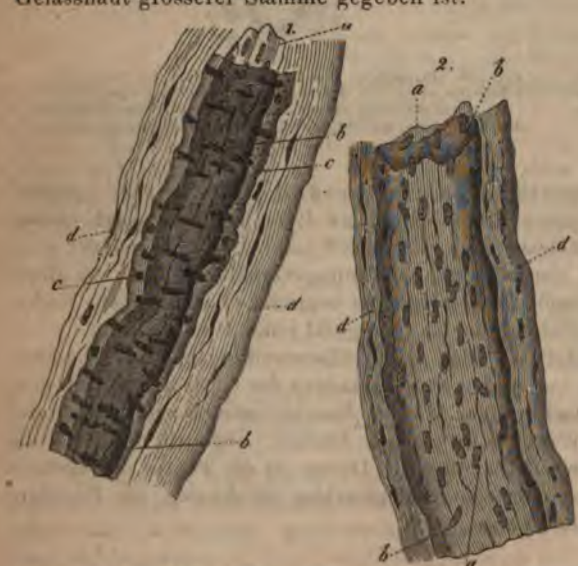


Fig. 360. Zwei stärkere Gefässe aus der *Pia mater* des menschlichen Gehirns. 1 Ein kleiner arterieller Stamm, 2 ein venöser; *a*. *b* Innenschicht, *c* die mittlere, *d* die äussere Gefässhaut.

Wir hätten also bereits *a*) die Lage der abgeplatteten Zellen, *b*) die longitudinale Innen-, *c*) die mittlere Schicht querstehender Muskelelemente und *d*) die äussere bindegewebige Hülle.

Gefässe dieser Art können in keiner Weise mehr Kapillaren genannt werden, und tragen vielmehr schon den Charakter feiner Arterien- und Venenzweige. Nach dieser ihrer Natur bieten sie einmal gewisse Differenzen dar, zu welchen noch eine Reihe anderer, sei es mehr lokaler, sei es mehr individueller Art, hinzukommen.

Halten wir uns an Gefässe von etwa 0,0282—0,04512^{mm} Stärke (Fig. 360), so zeigen sich an einem derartigen venösen Stämmchen (2) nur zwei Gefässhäute; die innere (*a*. *b*) unter dem Bilde einer ziemlich resistenten, homogenen, elastischen Membran, ausgezeichnet durch die Neigung, kleinere oder grössere Längsfalten zu bilden, und mit zahlreichen Kernen versehen. Diese ergeben sich nach Silberbehandlung als die Nuklearformation der Gefässzellen. Letztere sind hier kleiner als in den Kapillaren, und bieten eine mehr breite rhombische Form dar[2]). Ob ihnen äusserlich eine dünne

Längshaut anliege oder nicht, steht dahin. Als zweite Schicht (*d*) zeigt sich die bindegewebige Umhüllung, eine streifige Lage mit länglichen Kernen und spindelförmigen Bindegewebekörperchen.

Vergleichen wir damit ein arterielles Stämmchen (1), so finden wir die eben besprochenen beiderlei Lagen (*b* und *d*) wieder; aber zwischen der inneren Membran und der äusseren bindegewebigen erscheint in einer gewissen Stärke die Schicht quergestellter aneinander gereihter kontraktiler Faserzellen (*c*), deren längliche Kerne im Querschnitte kreisförmig sich darbieten. Schöner tritt letztere Schicht an anderen arteriellen Stämmchen hervor, sei es noch in einer einzigen oder schon in mehrfacher Lage. Unsere Zeichnung Fig. 361 versinnlicht dieses als Seitenansicht, während Fig. 359. *d* den Querschnitt einer kleinen Arterie mit geschichteter Muskellage und einer aus retikulärer Bindesubstanz bestehenden *Adventitia* vorführt. Die Epithelialzellen erscheinen hier schmäler als in den Venen, jedoch in der Längsrichtung des Gefässes viel beträchtlicher verlängert, also spindelförmig [3]).



Fig. 361. Ein arterielles Stämmchen. Bei *b* die homogene, kernlose Innenschicht; *c* die aus kontraktilen Faserzellen gebildete mittlere; *d* die bindegewebige äussere Lage.

Anmerkung: 1) Das Auftreten und die Entstehung dieser Lage bedarf indessen noch genauerer Untersuchungen. Dass man vielfach die Schicht der Gefässzellen, welche gerade an solchen mittelkleinen Gefässen eine gewisse Festigkeit und Derbheit gewinnt, mit jener dem Bindegewebe angehörigen Lage verwechselt hat, unterliegt keinem Zweifel. — 2) *Cohnheim* a. a. O.; *C. Legros* im *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.* 1868, p. 1. — 3) Es gelingt leicht an passenden Objekten, den kontinuirlichen Uebergang der versilberten Haargefässzellen sowohl in die Epithelien der Venen als auch der Arterien zu verfolgen. Wir empfehlen hierzu die Mesenterien des Frosches, der Maus und des Meerschweinchens.

§ 204.

Soweit vermögen wir das Gefässrohr in seiner Totalität der mikroskopischen Analyse zu unterwerfen. Grössere Gefässe müssen in ihren Theilen untersucht werden; sei es, dass man die Wände zerreisst, oder Lagen mit der Pinzette dem aufgeschlitzten Rohre entnimmt, oder sich auch an Schnitte der vorher getrockneten oder erhärteten Wandung hält.

Die weiteren Umwandlungen [1]), von den sich zunächst anreihenden bis zu den entferntesten der grössten Blutgefässstämme, bestehen nun darin, dass mit Ausnahme der einfach bleibenden Lage der Gefäss- oder Endothelzellen die übrigen Lagen, namentlich die innere und mittlere, sich mehr und mehr zu schichten beginnen, und so die wachsende Dicke der Gefässwand erzielen. Die innere Schichtungsgruppe behält in ihren übereinander gebetteten Membranen wesentlich die elastische Natur bei, und bietet die verschiedensten Erscheinungsformen des elastischen Gewebes unter longitudinaler Anordnung dar. Die mittlere Gruppe verwandelt sich in ein System übereinander befindlicher Lagen von glatter Muskulatur, von Bindegewebe und elastischem mit einer vorwiegend transversalen Verlaufsweise. Die äussere Schicht endlich wird zu einem immer massenhafteren Bindegewebe unter steigender Ausbildung elastischer Netze. Fig. 362, welche bei 1 den Querschnitt durch die Nabelarterie des achtmonatlichen Fötus, bei 2 eine grosse

Arterie des Erwachsenen in derselben Behandlung bringt, kann von dieser Struktur eine vorläufige Vorstellung gewähren. Indessen die Trennung der verschiedenen Schichten pflegt eine undeutlichere zu werden. Festzuhalten ist noch, dass die Wandung der Venen dünner als der entsprechenden Arterien bleibt, ein Umstand, welcher besonders mit der geringeren Ausbildung der mittleren Schichtungsgruppe in den erst genannten Gefässen zusammenfällt. Die Epithelzellen venöser Gefässe behalten überall die schon im vorigen § erwähnte kürzere und breitere Form [2].

Kleine Venen, welche sich als weitere Stufen an das Fig. 360. 2 angeführte Gefäss anreihen, beginnen erst viel später als die korrespondirenden arteriellen Röhren die Muskellagen zu gewinnen. Ein venöses Gefäss von 0,23 mm zeigt uns beispielsweise eine mit feinen elastischen Längsnetzen versehene innere Haut, einige Muskellagen in der mittleren mit dazwischen befindlichen elastischen Netzen und bindegewebigen Schichten, und eine aus fibrillärem Bindegewebe und elastischen Fasern gebildete dickere äussere Lage.

An mittelstarken Venen besteht die innere Haut aus einer oder mehreren längsstreifigen, Kern- und Spindelzellen führenden Lagen und einer einfachen oder mehrfachen Schicht elastischer Membranen und derartiger längslaufender Fasernetze, zwischen welche sich sogar die Elemente der glatten Muskulatur einschieben können. Die mittlere Schichtungsgruppe wird gebildet von querlaufendem Bindegewebe mit ebenso gerichteten elastischen Netzen und kontraktilen Faserzellen. Zwischen ihnen erscheinen jedoch auch elastische Häute, deren Fasern einen longitudinalen Verlauf einhalten. — Die mittlere Lage derartiger Gefässe steht zwar immer derjenigen der Arterien beträchtlich nach, ist aber reich an muskulösen Elementen. Die starke äussere Gefässhaut ist Bindegewebe mit elastischen Längsnetzen. Glatte Muskeln können aber auch hier noch vorkommen.

Die grössten Venen endlich zeigen eine ähnliche innerste Schichtungsgruppe (doch ohne glatte Muskulatur), während die Mittellage verhältnissmässig unentwickelter bleibt, ja ausnahmsweise sogar ganz fehlen kann. Ihre muskulösen Elemente sind spärlicher, von reichlichem, querlaufendem Bindegewebe begleitet. Elastische Längsfasernetze haben sich im Uebrigen auch hier erhalten. Ein eigenthümlicher Umstand für die im Allgemeinen sehr stark ausgebildete äussere Lage ist das bei manchen Venen beobachtete Vorkommen einer sehr reichlichen Längsmuskulatur, welche in verschiedener Mächtigkeit den inneren Theil einzunehmen pflegt, und von querlaufendem Bindegewebe durchsetzt wird. Einzelne Venen zeigen überhaupt eine ganz exzessive Entwicklung der muskulösen Elemente (wie z. B. die des schwangeren Uterus), während letztere in anderen (z. B. den Blutleitern der *Dura mater*) gänzlich vermisst werden.

Die vom Epithelium bedeckten Klappen der Venen bestehen aus Bindegewebe mit elastischen Zumischungen [2].

In kleineren Arterien bleiben die innere und äussere Lage so ziemlich unverändert. Doch gewinnt die erstere vielfach durch beginnende Resorption einzelner Stellen allmählich den Charakter einer netzartig durchbrochenen elastischen Haut, einer sogenannten gefensterten Membran (§ 127), oder die Verdichtung führt zur Bildung eines elastischen Längsnetzes. Die mittlere Lage besteht aus mehreren Schichten übereinander gebetteter, quergerichteter, glatter Muskelzellen. In der äusseren endlich wird das Bindegewebe fibrillär, und die Bindegewebekörperchen verbinden sich zum feinen elastischen Fasernetze.

Es sei erlaubt, hier der Nabelarterien (Fig. 362. 1) zu gedenken. Dieselben zeichnen sich durch eine ganz ausserordentliche Entwicklung der muskulösen Mittelschicht (*c*) aus, und als eine *Tunica adventitia* (*d*) erscheint noch das Gewebe retikulärer Bindesubstanz, wie wir es früher (S. 197) bei der *Wharton*'schen Sulze aufführten. Auch die Arterien des Eierstockes haben sehr dicke Muskelschichten. Eine ganz enorme Entwicklung können letztere an den Zweigen des sogenannten *Corpus luteum* erreichen [*His* [3]].

Etwas **stärkere** Stämme von 2^{mm} und mehr zeigen in der inneren Lage eine zunehmende Uebereinanderhäufung des elastischen Gewebes, zu welchen auch längsstreifige Lagen hinzukommen können. Ebenso schieben sich in der *Tunica media* zwischen die mächtig zunehmenden Schichten glatter Muskeln unvollkommen gebildete Membranen elastischer Natur mit querlaufenden elastischen Fasernetzen ein, und in der äusseren Haut gewinnen die letzteren ebenfalls eine grössere Ausbildung. In Gefässen von zunehmender Weite beginnen diese elastischen Netze sich mehr und mehr zu entwickeln, namentlich nach einwärts gegen die Grenze der *Tunica media* hin.



Fig. 362. Querschnitte durch arterielle Gefässe. 1 Die Nabelarterie des 8monatlichen menschlichen Embryo; *a* Epithelium; *b* die Lagen der inneren Gefässhaut; *c* die Muskelschichten der mittleren, ohne dazwischen befindliche elastische Elemente; *d* die aus Gallertgewebe bestehende äussere. 2 Eine grosse Arterie des Erwachsenen; *a* und *b* wie bei Fig. 1; *c* die Grenze der inneren Haut gegen die mittlere; *d* die elastischen und *e* die muskulösen Lagen der mittleren Schichtung; *g* die bindegewebige, von elastischen Netzen durchzogene äussere Gefässhaut. Bei *f* nach einwärts erreicht das elastische Fasernetz eine überwiegende Entwicklung.

Wenden wir uns endlich zu den **grössten arteriellen** Stämmen des Körpers (Fig. 362. 2), so hat hier die innere Haut (*b*) zunächst durch steigende Zahl der elastischen Schichten an Dicke zugenommen. Diese selbst zeigen sich der Manchfaltigkeit des elastischen Gewebes gemäss bald mehr in Form von Membranen, bald in Gestalt membranös aneinandergereihter Längsnetze, bald unter dem Ansehen der gefensterten Membranen. Nach einwärts, gegen die Epitheliallage hin, erscheinen bald mehr homogene, bald längsgestreifte Lagen, in welchen man, wie *Langhans*[4]) entdeckte und *von Ebner* bestätigte, an der *Aorta ascendens* übereinander gebettete sternförmige Zellennetze gewahrt. In der mittleren Schichtung tritt (*d. e*) der häutige Charakter der querlaufenden elastischen Fasernetze mehr und mehr hervor. Letztere können starke dicke Fasern zeigen oder feine und zarte, wobei dann oft wieder unter Durchlöcherung der verbindenden Zwischensubstanz die gefensterte Beschaffenheit sichtbar wird. Im Allgemeinen schieben sich diese elastischen hautartigen Lagen (*d*), deren Menge auf 30, 40, 50 und mehr[5]) sich erheben kann, ziemlich regelmässig zwischen die Schichten der Muskulatur (*e*). Die letztere ist ungleich entwickelt, vielfach nicht besonders, was mit der Ausbildung der elastischen Zwischenlagen zusammenhängen mag; ihre Richtung ist keineswegs immer eine quere. In den Aussenpartieen der Mittelschicht bemerkt man auch fibrilläres Bindegewebe (*Schultze, von Ebner*). In der äussersten Lage endlich (*g*) bilden sich nach einwärts oftmals die elastischen Netze mehr und mehr aus (*f*), so dass sie bei grossen Säugern, z. B. dem Wallfisch, eine der stärksten Erscheinungsformen des elastischen Gewebes überhaupt repräsentiren[6]). — Ausnahmsweise kann glatte Muskelmasse auch in der inneren Haut mensch-

licher Arterien vorkommen. Die entsprechende Muskulatur der äusseren Lagen, wie wir sie für Venen kennen gelernt haben, scheint unserem Körper gänzlich abzugehen.

Schon von kleinen Stämmen an erhalten die Gefässe zur Ernährung der Wand dienende Blutgfässe, *Vasa vasorum,* welche sich jedoch auf die mittlere und besonders die äussere Schichtungsgruppe beschränken. In der letzteren sind sie ziemlich zahlreich, denen des formlosen Bindegewebes verwandt, aber engere Netze bildend. Etwas später erst treten sie in der Mittelschicht auf. Man hat sie hier bei Arterien ein gestrecktes querlaufendes Netz enger Röhren darstellen sehen [*Gerlach*[7])].

Die Nerven der Gefässe, vom Sympathikus und aus Rückenmarksnerven stammend, breiten sich in der äusseren und mittleren Lage grösserer Stämmchen aus. Im Allgemeinen erscheinen die Arterien ihrer stärkeren Mittelschicht wegen reicher an Nerven, als die Venen; doch kommen beträchtliche Verschiedenheiten vor. Ueber die Endigung der Gefässnerven wurde schon § 183 das Nothwendige bemerkt.

Anmerkung: 1) Neben den § 201 Anm. 1 genannten Lehrbüchern sehe man *Donders* und *Jansen* im Archiv für physiol. Heilkunde Bd. 7, S. 359; *M. Schultze, De arteriarum structura. Gryphiae* 1850. *Diss.*; *Gimpert* im *Journ. de l'Anat. et de la Physiol. Tome* 2, *p.* 536; *Henle's* Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen, Bd. 3, Abth. 1, Gefässlehre, S. 67 und 313. Braunschweig 1868; *S. Soborow* in *Virchow's* Arch. Bd. 54, S. 149 (Venen) und *S. von Ebner* in *Rollett's* Untersuchungen S. 32 (Aorta); *Gerlach* in den Sitzungsber. der phys.-anat. Sozietät zu Erlangen. 29. Juli 1872. Ueber das Technische ist *Frey's* Mikroskop 5. Aufl., S. 223 zu vergleichen. — 2) Nach *Soborow* (l. c.) kommt unter dem Venenepithel stets noch eine Lage spindelförmiger Zellen vor, auf welche das salpetersaure Silberoxyd keinen Einfluss übt. — 3) S. dessen Aufsatz im Archiv für mikroskop. Anat. Bd. 1, S. 170 u. 192. — 4) *T. Langhans* in *Virchow's* Archiv Bd. 36, S. 187. — 5) Nach *von Ebner* beträgt die Zahl dieser elastischen Lagen (»Platten«) für Ratte und Igel 7—9, das Kaninchen 16—25, den Hund und das Schwein 40—50 und den Ochsen endlich sicher über 100. — Messungen über die Dicke der Wandung und die Mächtigkeit der einzelnen Schichten bei menschlichen Arterien stellten an *Donders* und *Jansen*, *Koelliker* (Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 512), *Gimbert* und *Henle* (Gefässlehre, S. 72). — 6) Es wurde diese Lage von *Henle* (allg. Anat. S. 73 und Gefässlehre S. 502) als eine besondere »elastische Membran« beschrieben. — 7) S. dessen Lehrbuch S. 223.

§ 205.

Das Kapillarsystem[1]), als der für das Geschehen des Körpers wichtigste Theil der Blutgefässe, bedarf noch einer näheren Besprechung.

Schon früher sahen wir, dass seine Grenzen gegen die Arterien und Venen hin in keiner Weise scharf zu ziehen sind, da es sich eben nur um die feinsten Uebergangsröhren zwischen jenen beiden handelt. Bezeichnend für die Haargefässe ist der Umstand, das ihre Röhren durch Abgabe von Aesten nicht mehr auffallend feiner werden, und mit einander Netze von ziemlich gleich grossen und ziemlich gleich geformten Maschen in einem Organe bilden (Fig. 363. *c. d*). Die Dicke der so verbundenen Kapillaren ist für die einzelnen Körpertheile aber keineswegs die gleiche, indem die feinsten dieser Röhren durchaus nicht überall vorkommen. So besitzen die engsten Haargefässe das Gehirn und die Retina. Ihr Durchmesser in diesen Theilen kann auf 0,0068—0,0065, ja für einzelne bis herunter zu $0{,}0056^{mm}$ angenommen werden. Etwas weiter erscheinen sie in den Muskeln mit $0{,}0074^{mm}$. Abermals stärker gestalten sich die Gefässe des Bindegewebes, der äusseren Haut und der Schleimhäute. Der Durchmesser der Kapillaren der meisten Drüsen, der Leber, Nieren und Lungen liegt zwischen $0{,}0099$—$0{,}0135^{mm}$. Die ansehnlichsten zeigt uns das Knochengewebe mit etwa $0{,}0226^{mm}$. — Bei der Elastizität des Kapillarrohrs und seinem durch geringe oder übermässige Anfüllung sehr wechselnden Durchmesser versteht es sich übrigens von selbst, dass derartige Bestimmun-

gen nur eine ungefähre Gültigkeit beanspruchen können. Ebenso müssen für andere Wirbelthierklassen mit der zunehmenden Grösse der Blutzellen die feinsten Haargefässe schon weiter ausfallen.



Fig. 363. Gefässe des quergestreiften Muskels. *a* Arterie; *b* Vene; *c* und *d* das gestreckte Kapillarnetz.



Fig. 364. Eine Lungenalveole des Kalbs. *a* Grössere Blutgefässe; *b* Kapillarnetz; *c* Epithelialzellen.

Was die Entfernung der Röhren von einander und den dadurch bedingten geringeren oder grösseren Gefässreichthum eines Körpertheils angeht, so kommen hier sehr beträchtliche Differenzen vor. Am blutreichsten fallen die Lunge, die Drüsen, die Mukosen und die äussere Haut aus, während andere Theile, wie die serösen und fibrösen Häute, die Nervenstämme, sehr blutarme Gebilde sind. Als Beispiele können uns die Kapillarnetze der Lunge (Fig. 364) und der Retina des Auges (Fig. 365) dienen, obgleich letztere Membran keineswegs schon zu den blutärmsten Theilen des Körpers rechnet [2]).

Endlich stellen manche Organe, wie die Linse, die Kornea, die Knorpel und die Epithelialgebilde mit den Nägeln, gefässlose Gewebe dar. Es begreift sich bei der Kleinheit der Formelemente, dass in gefässarmen Organen nur ansehnliche Gruppen jener von einem Kapillarnetze umgeben werden können. Aber auch in den blutreichsten Theilen sehen wir das Kapillarrohr immer an der Aussenfläche des Elementargebildes bleiben, und nie in das Innere eindringen; höchstens wird vom Gefässnetz jedes Formelement vereinzelt umgeben, wie die Fettzelle (§ 122) und der Muskelfaden (§ 168).



Fig. 365. Gefässe der menschlichen Retina. *a* Arterielles, *c* venöses Aestchen; *b* das Kapillarnetz.

Die Gestalt der Haargefäss-

netze ist eine ungemein manchfache und nicht selten dabei für die verschiedenen Theile so bezeichnende, dass ein geübtes Auge an einem Injektionspräparate mit Leichtigkeit das Organ zu erkennen vermag. In der Hauptsache ist diese Form bedingt von der Textur der Theile, von der Gestalt und Gruppirung ihrer Formelemente (Fig. 366. *A.* *B*). Rundliche Gebilde, wie die Fettzellen und die Endbläschen traubiger Drüsen, bieten in dieser Weise ein rundliches Kapillarnetz dar, ebenso die kreisförmigen Mündungen der schlauchförmigen Schleimhautdrüsen. Die radienartig gestellten Zellen eines Leberläppchens, welche Fig. 328 (S. 357) vorführte, bringen einen strahligen Verlauf in das an sich rundliche Netz dieses Theiles (Fig. 367). Umgekehrt sehen wir durch die gestreckte Form regelmässig gruppirter Elementartheile das Haargefässnetz ebenfalls zum gestreckten, oft mit sehr langen und schmalen Maschen, sich gestalten; so in den Muskeln (Fig. 363. *c. d*), den Nerven, den schlauchförmigen Drüsen, wie z. B. denen des Magens (Fig. 343, S. 365).





Fig. 366. Gefässe der Fettzellen. *A* Das Arterien- (*a*) und Venenstämmchen (*b*) mit dem rundlichen Kapillarnetz eines Fetttäubchens. *B* Die Kapillaren dreier Fettzellen.

Man begreift leicht, wie beiderlei Hauptformen der Kapillarnetze im Einzelnen wieder unter einer Menge von Modifikationen auftreten können.



Fig. 367. Kapillarnetz der Kaninchenleber.

In kegelförmigen Vorsprüngen, wie sie auf der äusseren Haut als sogenannte Gefühlswärzchen vorkommen, ebenso auf Mukosen sich finden können, führt der enge Raum eine sogenannte Kapillarschlinge herbei (Fig. 368).

Erreichen diese kegelförmigen Erhebungen grössere Dimensionen, wie es



Fig. 368. Kapillarschlingen der Gefühlswärzchen in der Haut des Menschen.

mit den Zotten der dünnen Gedärme der Fall ist, so entwickelt sich das sogenannte Schlingennetz, eine weitere Komplikation des vorigen, indem zwischen die

beiden (oder mehrfachen) Gefässe der Schleife in querem Verlauf ein verbindendes feineres Röhrenwerk sich einschiebt (Fig. 369. *b*).

Endlich möge in dieser Skizze noch des sogenannten **Glomerulus** oder **Gefässknauels** gedacht sein, wie wir ihn als eine bezeichnende Eigenthümlichkeit der Niere antreffen (Fig. 370). Ein mikroskopisches arterielles Aestchen (*b*) windet sich mit einem Male, dem unteren Theile einer Schweissdrüse gleich,



Fig. 369. Das Schlingennetz der Darmzotten. *a* Arterienzweige mit dem Kapillarnetze *b* und den rundlichen Gefässnetzen um die Ausmündung der *Lieberkühn*'schen Drüsenschläuche *d*; *c* die Venenäste.



Fig. 370. Gefässknauel der Schweinsniere (in halbschematischer Darstellung). *a* Arterienzweig; *b* zuführendes Gefäss desselben; *c* Glomerulus; *d* ausführendes Gefäss; *e. f* das Kapillarnetz, bei *g* in einen Venenzweig einmündend; *h. i* Harnkanälchen.

knauelartig zusammen (*c*), entweder ohne oder, wie bei Mensch und Säugethier, mit einer geringen weiteren Verästelung im Konvolut, und aus diesem tritt ein ausführendes Gefäss (*d*) hervor, welches erst in einiger Entfernung in das Kapillarnetz (*e. f*) sich auflöst.

Anmerkung: 1) Ein nothwendiges Hülfsmittel zur Erforschung der Kapillarnetze sind Injektionen, d. h. Einspritzungen der Gefässe mit gefärbten Massen. Man bedient sich theils undurchsichtiger, theils (und zwar vortheilhafter) transparenter Farbestoffe. Richtige Vorstellungen von dem Verhalten der Gefässe gewährt aber nur die Untersuchung feuchter Theile, da durch das Einschrumpfen beim Trocknen eine Menge Täuschungen veranlasst werden können. Ueber die Technik vergl. man *Frey*, Das Mikroskop, 5. Aufl., S. 100. Schöne Abbildungen injizirter Organe enthält das Werk von *Berres*, Anatomie der mikroskopischen Gebilde des menschlichen Körpers. Wien 1836—42; ferner die *Icones physiol.* von *Wagner* und die von *Ecker* veranstaltete neue Ausgabe derselben. Man vergl. auch *Hassal*, *The microscopical anatomy of the human body in health and disease. London* 1846—49 und die Lehrbücher von *Todd-Bowman*, *Koelliker* und *Gerlach*. — 2) *F. Goll* (Vierteljahrschrift der naturf. Ges. in Zürich 1864, Sep.-Abdr.) hat mit Hülfe des Planimeter den Flächenraum der Haargefässmaschen in verschiedenen Körpertheilen (an Kanadabalsampräparaten) bestimmt. Er erhielt bei 100facher Vergrösserung: Lungenalveolen 7, Chorioidea 12, graue Substanz des Rückenmarks 23, Retina 57, Muskel 130, weisse Rückenmarksubstanz 340, Dura mater 410 □Mm. Die wirklichen Zahlenwerthe ergeben sich natürlich durch Division mit 10,000.

§ 206.

Das **Lymphgefässsystem**[1]) bildet einen Anhang der Blutbahn, bestimmt die aus den Haargefässen in die Interstitien des Organbindegewebes transsudirte und mit den Zersetzungsprodukten der Gewebe geschwängerte Ernährungsflüssigkeit dem Blutstrome zurückzuführen, ebenso mit seinen in der Dünndarmschleimhaut wurzelnden Röhren zur Zeit der Verdauung den Chylus aufzunehmen, Ver-

hältnisse, welche schon früher S. 137 erwähnt wurden. Indem somit die Lymphgefässe nur für die Zuleitung zu der Blutbahn bestimmt sind, gehen ihnen den Arterien entsprechende Kanäle gänzlich ab. Sie bestehen vielmehr aus einem dem Blutkapillarsystem entsprechenden peripherischen Theile und daraus entspringenden Abflussröhren, welche den Venen vergleichbar sind.

Die Lymphgefässe verbreiten sich weit durch den Körper. Im Allgemeinen sind sie den blutführenden Theilen zukommend. Doch hat man sie bisher in einzelnen bluthaltigen Theilen noch vermisst. Blutlosen Geweben, wie der Oberhaut, den Nägeln, Knorpeln, gehen sie ab.

Ueber die Anfänge des Lymphgefässsystems herrschte lange Zeit die grösste Dunkelheit, da die zahlreichen Klappen stärkerer Stämme den Injektionen den grössten Widerstand entgegensetzen, der farblose Inhalt das unmittelbare Erkennen der feinsten Lymphröhren fast unmöglich macht, und nur besonders durchsichtige Theile vereinzelte Anschauungen gewähren können. Günstiger gestaltet sich um seines dunklen fettigen Inhaltes willen zur Zeit der Verdauung der Chylusbezirk, und gerade er hat für Säugethier und Mensch fast die einzigen Anschauungen bis vor wenigen Jahren dargeboten.



Fig. 371. Darmzotte eines Ziegenlamms während der Verdauung, mit Essigsäure behandelt.

Sehen wir also zuerst nach ihm.

Untersucht man die Darmzotten eines Säugethieres, welches einige Stunden vorher mit fettreicher Nahrung gefüttert wurde, am besten eines noch saugenden jungen Geschöpfes (Fig. 371), so gewahrt man in dem Zentraltheile der Zotte einen mit kleinen Fettmolekülen dicht erfüllten und darum dunklen, die Axe durchziehenden Gang, welcher nach oben gegen die Spitze der Zotte hin häufig mit kolbiger Anschwellung endigt. Er kommt in dünnen schlanken Zotten nur einfach, in breiteren auch doppelt, ja sogar drei- und vierfach, wie man gesehen hat, vor.

Bei genauer Durchmusterung (Fig. 372) sieht man dieses Gefäss (*d*), welches einen Quermesser von 0,0187—0,0282^{mm} besitzt, mit dünner, aber deutlicher homogener Wand versehen und nach oben blind (bisweilen bis zu 0,0300^{mm}) geendigt, ohne dass hier ein feineres Kanalwerk sich einsenkte. Man hat manchfach dieses Axengefäss nur für eine Aushöhlung in der bindegewebigen Substanz der Darmzotte ansehen wollen, allein mit Unrecht[2]. Ich habe schon vor vielen Jahren mehrmals die Zotte halb querzerrissen getroffen, und an dieser Stelle die unversehrte Wand des Axenkanales isolirt erhalten. Auch die Ergebnisse der künstlichen Injektion (§ 208) haben diese Erklärung hinterher gerechtfertigt. Unser Chylusgefäss wird von dem in § 205 erwähnten Schlingennetz (*b*) umsponnen, und hat zwischen sich und dem letzteren in interessanter Weise dünne Lagen kontraktiler Faserzellen (*c*).

Fig. 372. Eine Darmzotte. *a* Das mit verdicktem Saume versehene Zylinderepithelium; *b* das Kapillarnetz; *c* Längslagen glatter Muskelfasern; *d* das in der Axe befindliche Chylusgefäss.

Terminale Lymphgefässe hatte man dann schon vor längeren Jahren an dem Schwanze der Froschlarven beobachtet [*Koelliker*[3]].

Sie erschienen hier unter einem sehr abweichenden Bilde als viel feinere, 0,0045—0,0113^{mm} messende Röhrchen, bestehend aus dünner homogener, kernführender Wand, welche eine Menge zackiger, kleiner Aussackungen bildet. Das Ganze hat die Gestalt einer baumförmigen, mehr spitzwinkligen Verzweigung und nicht das netzartige Ansehen der Blutkapillaren. Die Endröhren scheinen in feine fadenförmige Ausläufer überzugehen, welche nach ähnlichen Fortsätzen sternförmiger Bildungszellen gerichtet sind [4].

Anmerkung: 1) *Henle's* Gefässlehre S. 401. — 2) Indem wir beim Darmkanal den Gegenstand näher zu erörtern haben, heben wir als ältere Literatur hier nur hervor: *Frerichs*, Artikel: »Verdauung« im Handw. der Phys. Bd. 3, Abth. 1, S. 751; *Koelliker's* Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 158; *Brücke* in den Denkschriften der Wiener Akademie Bd. 6, S. 99; *Funke* in der Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. 6, S. 307 und Bd. 7, S. 315; *Donders*, Physiologie Bd. 1, S. 309 und die *Leydig*'sche Histologie S. 294. — 3) *Annales de sc. nat. Zoologie. Série II. Tome* 6, *p.* 97. Man vergl. noch *J. Billeter*, Beiträge zur Lehre von der Entstehung der Gefässe. Zürich 1860. Diss. und *His*, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 12, S. 249. Der letztgenannte Verf. hat hier schon jene Lymphgefässe des Frosches für von Zellen begrenzte Gänge erklärt. — In neuester Zeit hat *Langer* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 58, Abth. 1, S. 198) die gleichen terminalen Lymphgefässe wiederum untersucht, jedoch die zackigen Ausbuchtungen vermisst, und auf die grosse Aehnlichkeit mit Blutkapillaren aufmerksam gemacht. — 4) Verwechslungen jener Lymphgefässe mit Kapillaren der Blutbahn im Froschlarvenschwanze können um so mehr begegnen, da die letzteren Haargefässe mitunter auch zackige Kontouren zeigen, wie dieses *Billeter* schon vor Jahren angab, und später *S. Stricker* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 52, Abth. 2, S. 379) bestätigte.

§ 207.

Man hat in der neueren Zeit die im vorigen § erwähnten Schwierigkeiten, welche die klappenführenden Lymphgefässe der Füllung ihrer peripherischen Bezirke entgegensetzen, zu überwinden gelernt. Hierzu bedient man sich des sogenannten *Hyrtl*'schen Einstichverfahrens [1], d. h. man führt durch eine kleine Oeffnung die Kanüle in solche Theile ein, in deren Innerm man lymphatische Bahnen vermuthet. Durch ausgedehnte Untersuchungen hat namentlich *Teichmann* [2] unser Wissen hier sehr erweitert. Fernere Beiträge lieferten neben Andern *Ludwig* mit seinen Schülern *Tomsa* [3], *Zawarykin* [4] und *Mac-Gillavry* [5], sowie *His* [6], *Frey* [7], *Langer* [8] u. A.

Die Anfänge der Lymphbahn, die peripherischen Lymphkanäle, nehmen nach den bisher erzielten Resultaten das interstitielle Bindegewebe der Organe ein, oder



Fig. 373. Senkrechter Durchschnitt durch die Konjunktivalschleimhaut des unteren Augenlides vom Ochsen. *a* Grösseres Lymphgefäss; *b* Follikel; *c* oberflächliche Lymphbahn.



Fig. 374. Aus der Schilddrüse des Neugebornen. *a*—*c* Drüsenräume; *d*, *f* stärkere, *e* terminale Lymphbahnen.

liegen wenigstens immer in bindegewebigen Ausbreitungen. Sie erscheinen entweder in der Gestalt der Netze (hierdurch an die peripherische Blutbahn erinnernd), oder sie beginnen mit blindsackigen Gängen, welche dann später zu netzartigen Vereinigungen zusammentreten.

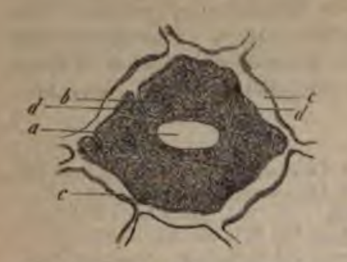


Fig. 375. Oberfläche des wurmförmigen Fortsatzes vom Kaninchen. *a* Grube; *b* Mündungen *Lieberkühn*'scher Drüsen; *c* Lymphnetz; *d* absteigende Bahnen.

Ersteres Verhältniss findet man im Allgemeinen da, wo die Organoberfläche eine glatte ist, sowie in der Tiefe der Organe (Fig. 373, 374, 375 und 377); blindsackigen Anfängen begegnet man an Körperstellen, wo die Oberfläche kuglige und zottenförmige Anhänge trägt (Fig. 371, 376).

Die Anordnung ist nach den verschiedenen Körperstellen im Uebrigen wechselnd genug. Doch vermisst man die zierliche Regelmässigkeit, welche die Ausbreitung der Kapillarnetze der Blutbahn uns dargeboten hat.

Die lymphatischen Bahnen zeigen im Allgemeinen einen weit stärkeren Quermesser (0,0113, 0,0226—0,0451 mm) als diejenigen des Blutgefässsystemes, bieten jedoch nur über kurze Strecken ein annähernd gleiches Lumen dar. Man bemerkt vielmehr starke Anschwellungen mit plötzlichen Verengungen (bis 0,0027 mm und weniger) wechselnd und dergleichen mehr. Das Ganze bietet häufig einen zackigen und knotigen, nicht gerade leicht zu schildernden Charakter dar (Fig. 373, 374), welcher von einem geübten Auge nicht verkannt zu werden vermag.

Der Reichthum an lymphatischen Bahnen wechselt nach den einzelnen Organen, ja manchmal an den verschiedenen Stellen letzterer beträchtlich.

Was das Verhältniss zur Blutbahn betrifft, so kommt ein Uebergang beiderlei Gefässe wohl nirgends vor, weder ein direkter oder ein durch zwischen geschobene feinste Kanäle vermittelter.

An vielen Stellen sehen wir die lymphatischen Bahnen äusserlich umgeben von den Haargefässen der Blutbahn (Fig. 372. 376). Das Blutgefässnetz liegt dann oberflächlich, das lymphatische Kanalwerk in der Tiefe. In andern Fällen ziehen beiderlei Kanäle mehr unregelmässig neben einander hin (Fig. 377). Endlich kann der Lymphstrom, von der Adventitia des Blutgefässes aufgenommen, den Blutstrom scheidenartig umhüllen (Fig. 376. *e*). Die Anordnung gestaltet sich also manchfaltig genug.



Fig. 376. Kolonpapille des Kaninchens. *a* Arterieller, *b* venöser Zweig; *c* Kapillarnetz; *d* absteigende Vene der Papille; *e* Lymphgefäss; *f* Lymphbahnen der Papille; *g* blinde Endigung jener.



Fig. 377. Aus dem Hoden des Kalbes. *a* Samenkanälchen in mehr seitlicher, *b* in querer Ansicht; *c* Blutgefässe; *d* lymphatische Bahnen.

Wir sind genöthigt, noch einen Augenblick bei der erwähnten scheidenartigen Umhüllung der Blutgefässe durch den Lymphstrom stehen zu bleiben.

Eine solche galt seit Jahren bei niederen Wirbelthieren (Reptilien) für ein häufiges Vorkommniss, eine Annahme, welche jedoch für den Frosch in einer ausgezeichneten Arbeit *Langer* völlig verneint hat. Bei den höheren Geschöpfen und dem Menschen kann sie erscheinen, ohne jedoch (vielleicht mit Ausnahme einzelner Körpertheile) mehr als ein zufälliges Verhältniss zu bilden.

Später fand *His*[9], wie in den Zentralorganen des Nervensystems, dem Gehirn und Rückenmark, die Blutgefässe in grösster Ausdehnung von einer Scheide streifiger Bindesubstanz lose umhüllt werden. Arterien, Venen und Kapillaren zeigen ein derartiges Verhalten. *His* hat diese Anordnung als perivaskuläres Kanalsystem bezeichnet, und ist (vielleicht mit Recht) geneigt, sie dem Lymphgefässsystem zuzurechnen. Doch gebührt die Entdeckung *Robin*[10]. Schon einige Jahre vorher nämlich hatte dieser Forscher für jene Theile eine solche Lymphscheide der Kapillaren behauptet.

Anmerkung: 1) In Betreff des erwähnten Verfahrens verweisen wir auf *J. Hyrtl*, Lehrbuch der praktischen Zergliederungskunst. Wien 1860 und *Frey*, Das Mikroskop 5. Aufl., S. 117. — 2) S. das ausgezeichnete, mit prachtvollen bildlichen Darstellungen geschmückte Werk: *L. Teichmann*, Das Saugadersystem vom anatomischen Standpunkte. Leipzig 1861. — 3) *Ludwig* und *W. Tomsa* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 44, Abth. 2, S. 155 (Hoden); *Tomsa* a. d. O. Bd. 46, Abth. 2, S. 324 (Ursprung) und Bd. 48, Abth. 2, S. 652 (Milz). — 4) *Ludwig* u. *T. Zawarykin* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 48, Abth. 2, S. 691 (Niere). — 5) Dieselbe Zeitschr. Bd. 50, S. 207 (Leber). — 6) Vergl. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 11, S. 416 (*Peyer*'sche Drüsen), Bd. 12, S. 223 (Häute), Bd. 13, S. 455 (Lymphgefässwurzeln), und Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 1, S. 151 (Eierstock). — 7) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 12, S. 336, Bd. 13, S. 1 und 28; *Virchow*'s Archiv Bd. 36, S. 344 und Bd. 28, S. 563; sowie Vierteljahrschr. der naturf. Ges. in Zürich Bd. 7 und Bd. 8 (Darmkanal, Tonsillen-, Trachom- und Schilddrüse, Hoden). — 8) S. die drei Aufsätze desselben über die Lymphgefässe des Frosches in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 53, Abth. 1, S. 395, Bd. 55, Abth. 1, S. 593 und Bd. 58, Abth. 1, S. 198. — 9) Vergl. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. 15, S. 127. — 10) *Journal de la physiologie* a. a. O. Man s. auch *Gimpert* a. a. O. *p.* 567. — Umhüllung der Blutgefässe durch lymphatische Ströme nimmt z. B. für die Leber *Mac Gillavry*, für die Milz *W. Müller* (Ueber den feineren Bau der Milz. Leipzig und Heidelberg 1865) an. An Froschkapillaren sah sie *Stricker* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 51, Abth. 2, S. 16). Indessen hat in neuerer Zeit *Frommann* für das Zentralnervensystem (s. u.) die Richtigkeit jener Auffassung bestritten.

§ 208.

Nach Erörterung der Anordnungsverhältnisse wenden wir uns zu der hochwichtigen Frage über die Natur jener peripherischen lymphatischen Bahnen.

Sind dieselben Gefässe, d. h. mit einer besonderen Wandung nach Art der Blutkapillaren versehen?

Für diese Ansicht haben sich in neuerer Zeit namentlich *Teichmann*[1]) nach umfassenden Injektionsstudien und *Koelliker* auf die Untersuchung des Froschlarvenschwanzes (§ 206) erklärt.

Jener Meinung gegenüber steht eine andere, welche in den letzten Jahren zahlreiche Vertheidiger gefunden hat, wonach die peripherische Lymphzirkulation nur eine lakunäre, d. h. in Lücken des Bindegewebes[2]) geschehende sei (*Brücke*, *Leydig*, *Ludwig*, *His*). Auch ich habe Jahre lang die Lymph-

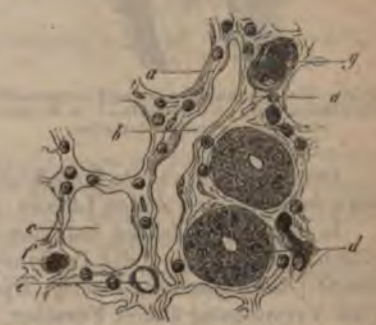


Fig. 378. Aus dem Dünndarm des Kaninchens. *a* Retikuläre Bindesubstanz mit Lymphzellen; *b* Lymphraum; *c* Lücke für eine *Lieberkühn*'sche Drüse; *d* letztere mit ihren Zellen; *e f* Haargefässe im Querschnitt; *g* ein stärkeres Stämmchen.

bahn nur als von Bindegewebe eingegrenzt (aber einem membranartig verdichteten, welches den Raum vollkommen abschliesse und die Rolle einer Gefässhaut übernehme) betrachtet. Und in der That war es damals noch unmöglich mit den vorhandenen Hülfsmitteln etwas anderes als eine homogene Grenzschicht gegen den Lymphraum zu erblicken (Fig. 378. *b*).

Durch die verdünnte Höllensteinlösung hat sich indessen die scheinbar homogene, bindegewebige Grenzschicht in ein System verkitteter, glatter, kernführender Gefässzellen oder Binnenepithelien auflösen lassen [3]), welche denjenigen der Blutgefässe nahe verwandt sind (Fig. 379).

Während aber bei den Blutkapillaren diese Wandung gegenüber dem angrenzenden Gewebe ihre Selbständigkeit behauptet, verschmilzt sie hier mit jenem, so dass nur in Ausnahmefällen bei besonders lose gewebter Umgebung ihre Isolirung gelingt.

Die peripherischen Lymphbahnen, deren Textur unsere Fig. 380 versinnlicht, sind sonach im Gegensatze zu den Blutbahnen keine Gefässe, sondern Kanäle (S. 372).



Fig. 379. Zellen des lymphatischen Ganges. *a* Gestrecktere, *b* breitere Mosaik.



Fig. 380. Ein Lymphkanal aus dem Dickdarm des Meerschweinchens. *a* Gefässzellen; *b* *Stomata* oder Lücken zwischen denselben.



Fig. 381. 1 Epithel der Unterfläche des *Centrum tendineum* vom Kaninchen; *a* Poren. 2 Epithel des Mittelfelles vom Hunde; *a* Poren. 3 Durchschnitt durch die Pleura des letzteren Thieres; *b* frei mündende kurze seitliche Gänge des Lymphkanals (Kopieen nach *Ludwig*, *Schweigger-Seidel* und *Dybkowsky*).

Der zuletzt erwähnte Holzchnitt zeigt uns, wie auch hier gleich den Blutgefässen zwischen den Zellen Lücken, sogenannte »*Stomata*« vorkommen.

In den letzten Jahren hat man eine Kommunikation der Lymphbahn mit den Höhlen seröser Säcke, des Peritoneum und der Pleura durch offene Mündungen erkannt [*Recklinghausen*, *Ludwig*, *Dybkowsky*, *Schweigger-Seidel* und *Dogiel* [4])], und so die Vermuthung älterer Forscher, wie z. B. diejenige des *Mascagni*, thatsächlich zu bestätigen vermocht.

Recklinghausen zeigte zuerst, wie die Unterfläche des *Centrum tendineum* des Kaninchenzwerchfells mit Oeffnungen versehen ist, deren Durchmesser denjenigen rother Blutzellen übertrifft, und wie durch jene Lücken geformte Körperchen, z. B.

Milchkügelchen, Zinnoberkörnchen, eintreten, und zur Füllung der Lymphbahnen des Diaphragma führen. *Ludwig* und *Schweigger-Seidel* bestätigten an der gleichen Lokalität den schönen Fund, *Dybkowsky* für die Interkostalpleura des Hundes und *Dogiel* mit *Schweigger-Seidel* für das Peritoneum der Frösche. Man erkannte, wie die Lymphgefässe der serösen Häute kurze seitliche Ausläufer gegen die Oberfläche senden (Fig. 381. 3. *b*), welche als Löcher zwischen den Epithelzellen in den Hohlraum frei einmünden [Fig. 381. 1. u. 2. *a. a*][5]).

Wendet man sich von jenen feinsten lymphatischen Bahnen zu stärkeren Kanälen, so zeigen dieselben bei sehr verschiedener, häufig netzartiger Anordnung (Fig. 382) anfänglich noch eine ganz ähnliche Textur. Gekernte Zellen bilden auch hier allein noch die Wandung. Eigenthümlich ist das Vorkommen einzelner knoten- und ampullenartiger Anschwellungen schon an Kanälen von mässigerem Quermesser. Stärkere Stämmchen bieten die letzteren häufiger dar; hier begegnet man alsdann auch Klappen wie in den Venen.

Stämmchen solcher Art fangen an, den Namen der Lymphgefässe mit vollem Recht zu tragen. An ihnen, und zuweilen schon an feineren Kanälen, beginnt nämlich die Wandung mehr und mehr selbstständig aus dem umgebenden Gewebe hervorzutreten. Auch hier noch ist das Verhältniss zu den Blutgefässen ein sehr verschiedenes. Meistens allerdings ziehen Lymph- und Blutbahnen nur neben einander hin. Dann findet man — und es ist nicht selten — wie grössere lymphatische Bahnen einen arteriellen Stamm paarweise begleiten. Letzteres kann nun ebenfalls zur Einscheidung der Blutbahn durch den Lymphstrom führen. Doch ist diese Einrichtung seltener, als man vielfach angenommen hat.

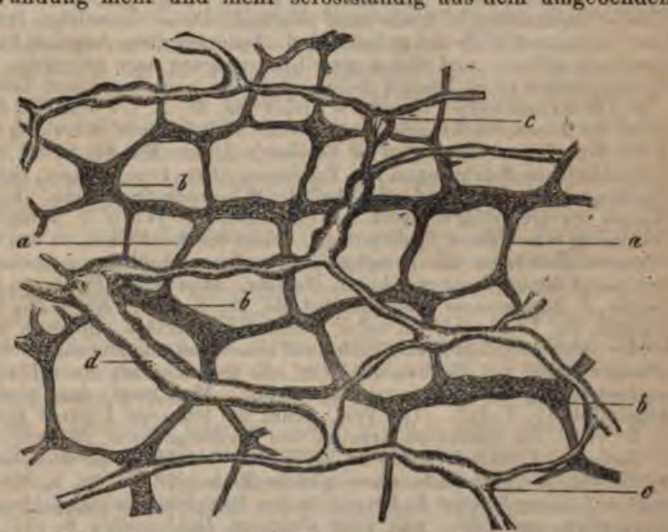


Fig. 382. Das Lymphnetz zwischen Längs- und Ringsmuskulatur des Dünndarms vom Meerschweinchen. *c* Feinere und *d* stärkere Kanäle; *a. b* *Plexus myentericus* nach *Auerbach*.

Das Auftreten neuer äusserlicher Lagen an dem Zellenrohre der Lymphgefässe bedarf noch genauerer Untersuchungen.

Koelliker[6]) berichtet uns, dass schon Stämmchen von 0,2256—0,2609^{mm} drei Häute darbieten können. Man findet um den Zellenmantel eine längsgerichtete elastische Haut als Serosa, eine Media, bestehend aus kontraktilen Faserzellen und elastischen Fasern, sowie eine längslaufende bindegewebige Adventitia.

In stärkeren Lymphgefässen verhält sich der Bau ähnlich. Sie stimmen bekanntlich mit den Venen überein.

Der Milchbrustgang zeigt das Epithel, umgeben von einigen Lagen streifiger Membranen; dann folgt ein elastisches Längsnetz. Als Mittelschichtung bemerkt man zunächst longitudinales Bindegewebe, hierauf die quere Muskulatur. Die Adventitia bietet uns neben dem gewöhnlichen Bindegewebe einzelne netzför-

mige, zusammenhängende Bündel glatter Muskelmasse dar. Die Serosa besitzt eine Dicke von kaum 0,0135—0,0226, die Media von 0,0564 mm (*Koelliker*).

Das Verhalten der Lymphgefässe in den Lymphknoten und lymphoiden Organen überhaupt wird der dritte Theil des Buches erörtern.

Anmerkung: 1) *Teichmann* (a. a O. S. 1) glaubte als Grundlage des ganzen Saugadersystems sternförmigen Zellen gleichende Gebilde »Saugaderzellen« annehmen zu müssen. Er betrachtet sie als umgeänderte Zellen, welche eine Hülle bewahren und, mit ihren Ausläufern zusammenhängend, die »Saugaderkapillaren« bilden sollen. — 2) Die betreffenden Ansichten zeigen untereinander wieder mancherlei Differenzen. Manche Beobachter haben einfach wandungslose Lücken des interstitiellen oder sonstigen Bindegewebes als die Anfänge der Lymphbahn angenommen. Bei der Ausdehnungsfähigkeit dieses Gewebes führte dann ein gesteigerter (natürlicher oder künstlicher) Druck zu spaltförmigen Oeffnungen der Nachbarschaft (*Brücke, Ludwig*). — Eigenthümlich lauten die Ergebnisse, zu welchen *Recklinghausen* (Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe. Berlin 1862) gelangt ist. Nach diesem Forscher — und hier gebührt ihm das Verdienst der Entdeckung — sind alle lymphatischen Wurzeln mit dem erwähnten Epithel ausgekleidet. Aber sie hängen dann mit jenen Bildungen des Bindegewebes zusammen, welche nach dem Vorgange *Virchow*'s als Bindegewebekörperchen so bekannt geworden sind. Dieselben bilden aber bei *Recklinghausen* nicht mehr ein hohles Zellenwerk, sondern ein System feiner, das Gewebe durchziehender Spalträume (»Saftkanälchen«), in welchen erst elementare, fortsatzlose (Bindegewebe-)Zellen gelegen sind. Indessen diese Angaben haben den grössten Widerspruch erfahren, und sind unserer Ueberzeugung nach unrichtig. Rettungsversuche der *Recklinghausen*'schen Theorie haben allerdings noch in neuerer Zeit einige stattgefunden, z. B. *Chrzonszczewsky* (*Virchow*'s Archiv Bd. 35, S. 174 und Bd. 44, S. 22), *K. Koester*, Ueber die feinere Struktur der menschlichen Nabelschnur. Würzburg 1868, *Lindgren* a. a. O. (§ 183 Note 7) und *Afanasieff* in *Virchow*'s Archiv Bd. 44, S. 37, wollen aber gegenüber den zahlreichen Erfahrungen von *Teichmann, His, Frey, Langer, Schweigger-Seidel* (in den Berichten der sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, math.-phys. Klasse 1866, S. 337), *Hensen* (im Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 4, S. 112) u. A. wenig bedeuten. — Um den Uebergang jenes feinen Spaltsystems, seiner Saftkanälchen, in den mit Zellen bekleideten grösseren Hohlraum der Lymphgefässwurzel verständlich zu machen, verweist *Recklinghausen* auf die im Texte erwähnten *Stomata*. Man vergl. *Virchow*'s Archiv Bd. 26, S. 172; ebenso *E. Oedmansson* (ebendaselbst Bd. 28, S. 361). Auch *His* (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. 13, S. 455) hat seine Zustimmung erklärt. Indessen manche dieser kleinen Felder haben möglicherweise auch noch eine andere Bedeutung. Sie können nämlich abgeschnürte Zipfel von Gefässzellen sein, die vielleicht mit einer Flächenvergrösserung des wachsenden Lymphkanales zusammenfallen. Man vergl. dazu noch *Auerbach* (*Virchow*'s Archiv Bd. 33, S. 381). Der Verf. nennt die letzteren Figuren geradezu »Schaltplatten«. — 3) Vergl. die erwähnten Arbeiten von *Recklinghausen, His* und *Auerbach*, ebenso noch *C. Tommasi* (*Virchow*'s Archiv Bd. 28, S. 370). — 4) Man s. *Recklinghausen* a. a. O. (*Virchow*'s Archiv Bd. 26) und *Oedmansson* (gleiche Zeitschrift Bd. 28, S. 361). Die Arbeiten *Ludwig*'s und seiner Schüler finden sich in den Berichten der sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften von 1866, und zwar diejenige *Dybkowsky*'s S. 191, die von *Dogiel* und *Schweigger-Seidel* S. 247 und eine dritte von *Ludwig* und dem letztgenannten Forscher herrührende S. 362. Anderer Meinung ist allerdings *Afanasieff* (a. a. O.). *Klein* und *Burdon-Sanderson* (Centralblatt für die mediz. Wissensch. 1872, S. 17 und 35) berichten für die serösen Häute neben jenen Stomaten der Lymphgefässe noch von »Pseudostomaten«, durch welche die Saftkanälchen an den Oberflächen jener Membranen ausmünden. — 5) In der serösen Flüssigkeit hatte *Recklinghausen* schon Lymphkörperchen angetroffen. Man konnte also vermuthen, dass von den Epithelzellen des serösen Sackes aus es zur Bildung jener lymphoiden Elemente kommen werde. In der That nehmen eine solche Vermehrung und Umwandlung der Epithelzellen für das *Centrum tendineum* des Kaninchens *Ludwig* und *Schweigger-Seidel* an (S. 368). Auch *Koelliker* (Gewebelehre, 5. Aufl. S. 603) berichtet uns, dass am menschlichen Bauchfell (und zwar dem *Omentum majus*) eine Menge Heerde mit wuchernden Epithelialzellen in Gestalt kugliger und knolliger Exkreszenzen mit Lymphoidzellen erfüllt vorkommen. Die Auswanderung lymphoider Zellen', welcher wir S. 134 gedachten, hat nun für diese Dinge eine andere Erklärung herbeigeführt. — 6) Gewebelehre, 5. Aufl. S. 603.

§ 209.

Aus den physiologischen Verhältnissen der Gefässe mögen nur einige, sich unmittelbar anreihende Punkte eine kurze Erörterung finden. Es ergab sich

aus der früheren Darstellung, wie die dickere Wandung der Arterien durch eine entwickeltere Mittelschicht, durch einen weit ansehnlicheren Reichthum an Querlagen glatter Muskulatur und dazwischen geschobenen elastischen Platten gewonnen wird, während Venen von gleichem Kaliber dünnwandiger sind, besonders durch die Schwäche der *Tunica media* (bei einer mehr entwickelten *Tunica adventitia*). Ebenso fanden wir, dass in kleinen Venenstämmchen das muskulöse Element schon ziemlich bald gänzlich verschwindet, während in den letzten arteriellen Reiserchen bis zur Kapillargrenze die kontraktile Faserzelle sich behauptete. Den Haargefässen selbst ging jede Muskulatur ab; doch besitzen sie nach den Erfahrungen *Stricker*'s (§ 202) lebendiges Zusammenziehungsvermögen.

Der Umlauf des Blutes erfolgt bekanntlich pulsirend durch die arteriellen Bahnen, gleichmässig durch die kapillaren und venösen. Der Druck des Blutes auf die arterielle Wandung ist ein bedeutender, den viel schwächeren in den Venen mindestens zehnmal übertreffend, im Uebrigen von den Stämmen der ersteren durch die Astsysteme annehmend.

Die Wandungen grösserer Gefässe, entsprechend ihrer Textur, besitzen eine geringe, aber sehr vollkommene Elastizität, d. h. sie werden durch ausdehnende Gewalt leicht erweitert, um nachher zur alten Form zurückzukehren. Dabei muss festgehalten werden, dass das Gefässrohr stets mit Blut stark erfüllt ist, so dass die elastische Kraft der Wand auf die Blutsäule ebenfalls einen gewissen Druck ausübt. Uebertragen wir dieses auf die Arterie (deren Ausdehnung bei steigendem Seitendruck sich beträchtlich geringer, als bei der Vene gestaltet), so erscheint diese also als ein mit Blut überfülltes elastisches Rohr, in welches bei jeder Zusammenziehung des Herzens eine neue Blutmenge eingetrieben wird. Das Pulsiren der Arterie ist eine durch jenes Einpumpen der neuen Blutmenge hervorgerufene Wellenbewegung, welche bei ihrem weiteren peripherischen Fortschreiten durch die Widerstände des ungemein stark verzweigten Gefässes allmählich vernichtet wird, und den Kapillarbezirk nicht mehr erreicht. Diese Wellenbewegung der Arterie bildet nun aber nicht das Treibende des Kreislaufs; sie wirkt nur auf den arteriellen Strom beschleunigend ein. Die Fortbewegung des Blutes durch die Gefässbahnen erfolgt vielmehr durch die in Arterie und Vene herrschende Druckdifferenz, indem mit jeder Herzkontraktion eine neue Blutmasse in das gespannte arterielle Rohr eingetrieben und bei jeder Diastole eine Quantität Blut aus dem venösen Gefässe heraus in die Vorkammer genommen wird[1].

Diese Fortbewegung ist im Allgemeinen eine sehr rasche, so dass für die Vollendung einer Kreislaufsbahn im Mittel etwa $^1/_2$ Minute angenommen werden kann. Am grössten ist die Geschwindigkeit in den Arterien (in der Karotis des Pferdes in der Sekunde im Mittel 400^{mm}), beträchtlich geringer in den Venen (*Vena jugularis* des Pferdes 225^{mm}). Sehr unbedeutend, wie der folgende § lehrt, fällt die Schnelle des Blutstroms in den Kapillaren, die Länge letzterer aber auch sehr kurz aus. Es hängt diese Trägheit mit der Enge des Kanals in den Arterien und der höchst bedeutenden Erweiterung des Strombettes in dem Haargefässbezirke sowie dem dadurch vergrösserten Reibungswiderstande, welchen die Blutströmchen hier finden, zusammen. Die abermalige Verengerung des Bettes in der Vene erklärt die hier wieder erscheinende beschleunigte Bewegung, welche, wie vorhin bemerkt, freilich weit hinter der arteriellen Schnelligkeit zurückbleibt.

Es drängt sich noch die Frage auf: was leisten für die Blutbewegung neben den elastischen Massen die muskulösen Elemente der Gefässe?

Die an ihnen reiche Arterienwand verengert sich lokal bei elektrischer Reizung, bei mechanischer Einwirkung, durch Kälte, manche chemische Agentien beträchtlich. Es ist somit ein lebendiges Zusammenziehungsvermögen für die arteriellen und bei der verwandten Textur auch für Venen nicht in Abrede zu stellen. Im Allgemeinen denkt man sich diese Gefässmuskulatur in einem gewissen geringeren anhaltenden Kontraktionszustande begriffen, welcher die elastischen

Wirkungen der übrigen Wandungselemente unterstützt. Da, wie überall so auch hier, die Muskelbewegung unter dem Einflusse des Nervensystems steht, so werden einzelne Gefässe bei vermehrter Zusammenziehung ihrer Muskeln sich mehr verengern, bei Erschlaffungen stärker erweitern müssen. Es wird demnach die regulirende Wirkung der Gefässmuskulatur auf die Blutfülle verschiedener Theile nicht zu läugnen sein. Ohnehin hat die experimentirende Nervenphysiologie gezeigt, wie Durchschneidung der Gefässnerven Ausdehnungen der Arterien herbeiführt, wo *Bernard* u. A.[2]) zu erwähnen sind. Dem letztgenannten Forscher verdankt man noch einen andern merkwürdigen Aufschluss. Reizung der vom Sympathikus herrührenden Gefässnerven bringt an der Submaxillardrüse Kontraktionen der Blutgefässe herbei, so dass ein dunkles Blut das Organ durchströmt, und geringe Mengen eines zähflüssigen Speichels abgesondert werden. Reizung des in die Drüse tretenden Gehirnnerven (*Chorda*) ergibt einen völlig entgegengesetzten Effekt, eine Ausdehnung der Gefässe, so dass ein hellrothes Blut rascher die Drüse durchfliesst, wobei ein reichliches wässriges Sekret gebildet wird. Auch andere Organe, die Parotis, die Nieren, der Magen zeigen diesen Antagonismus gefässverengernder und erweiternder Nerven. Auch bei ihnen bemerken wir im Sekretionsakt den erweiterten Gefässbezirk von hellerem Blute durchströmt[3]).

Die Kapillaren endlich, ebenfalls, wie es scheint, mit Nerven versehen[4]), bilden den physiologisch wichtigsten Theil des ganzen Gefässsystems. Durch ihre Membranen hindurch findet die Wechselwirkung zwischen Blutplasma und den Organflüssigkeiten statt; durch sie erfolgt die Transsudation von Flüssigkeiten, welche später als Drüsensekrete erscheinen. Wie ein Reichthum an Haargefässen den energischen Stoffwechsel von Gewebe und Organ beurkundet, sahen wir schon in § 205. Die Verschiedenheiten jener Ausgaben und Aufnahmen in den einzelnen Kapillarbezirken dürften theils auf eine differente molekuläre Beschaffenheit der Haargefässwandung, theils auf die verschiedene Blutmischung einzelner Gefässbezirke, sowie die wechselnde Konstitution der Organflüssigkeiten zu beziehen sein. — Ebenso ist sicher die Gestaltung der Ein- und Abflussröhren der Kapillarnetze von Belang. Es genüge, an den verlangsamend wirkenden Glomerulus der Nierengefässe zu erinnern (Fig. 370). Doch bilden wohl die dadurch gesetzten verschiedenen Druckverhältnisse der einzelnen Haargefässbezirke das wichtigere Moment.

Schon früher (§ 81) gedachten wir eines erst in neuerer Zeit erkannten Verhältnisses von hoher vitaler Bedeutung, nämlich des Durchtrittes der farblosen und farbigen Blutkörperchen durch die unverletzte Gefässwandung. Die Kontraktilität der Gefässzellen scheint die jedesmalige Durchgangspforte alsbald wieder zu schliessen.

Wir reihen hier ferner die vielfach aufgeworfene Frage nach der Existenz der sogenannten *Vasa serosa* oder plasmatischen Gefässe an, die Frage: gibt es im Organismus Kapillaren von einer solchen Feinheit, dass sie im Normalzustande unfähig sind, Blutzellen passiren zu lassen, und folglich nur für den Durchgang der Blutflüssigkeit dienen? Indem sie bei Reizungszuständen eine Erweiterung und Durchgängigkeit für Blutzellen erfahren sollten, glaubte man es sich erklären zu können, dass ein gefässloses Organ rasch Kapillargefässe zu gewinnen vermöge. Derartige Gefässe existiren nicht. — Man hat schon vor längerer Zeit in der Gehirnsubstanz auf sehr feine fadenartige Röhren hingewiesen, welche mit gewöhnlichen Haargefässen im Zusammenhange stehen [*Henle*[5])]. Sie haben sich später als widernatürlich gespannte und verengte Kapillaren ergeben [*Welcker*[6])]. Einen kontinuirlichen Uebergang der Haargefässe in plasmatische Gänge oder »Saftkanälchen« hat man hier und da zu vertheidigen gesucht (*Coccius*, *Eckard*, *Heidenhain*[7]), aber mit Unrecht. So sehr auch die Hypothese eines solchen intermediären Gefässsystems zwischen Blutkapillaren und Lymphwurzeln durch ihre Bequemlichkeit sich empfiehlt, — die Beobachtung hat nichts der Art ergeben.

Anmerkung: 1) Man vergl. *E. H. Weber* in *Müller*'s Archiv 1851, S. 497 und 1853, S. 156, sowie die Behandlungen in den physiologischen Lehrbüchern von *Donders* (S. 59) und *Funke* (Bd. 1, S. 66). — 2) *Schiff* beobachtete rhythmisch wechselnde Erweiterungen und Ausdehnungen der Arterien am Ohr des Kaninchens (Archiv für physiol. Heilkunde Bd. 13, S. 523). Weiteres bei *Funke* (3. Aufl. Bd. 2, S. 536). — 3) Man s. den Aufsatz *Bernard*'s in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1859, S. 90 und 672. Das Weitere müssen wir der Physiologie überlassen. — 4) *Beale* (*Philosophical Transactions for the year* 1863, *Part.* 2, *p.* 571 Fig. 44 u. 47) hat beim Frosch ein die Kapillaren umspinnendes, sehr feines Nervennetz beobachtet. Fernere bestätigende und erweiternde Angaben machte *Klein* (*Quart. Journ. of micr. science* 1872, *p.* 25 und 123). Er berichtet für das Augenlid, das Mesenterium und die Zunge des Frosches von einen feinsten Maschenwerk, welches in der Haargefässwandung selbst sein Ende nimmt. Ich sehe Aehnliches an dem Mesenterium und in der Gallenblase des Thieres mit Hülfe der Vergoldungsmethode; doch bin ich über das Eindringen der nervösen Endzweige in die Gefässwand nicht zu ganz überzeugenden Anschauungen gelangt. — 5) Dessen allgem. Anatomie S. 477. — 6) *Welcker* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 6, S. 274. — 7) Vergl. *Coccius*, Ueber die Ernährungsweise der Hornhaut und die Serum führenden Gefässe. Leipzig 1852; *G. Eckard* (*De glandularum lymphat. structura. Berolini* 1858. *Diss.*) und *Heidenhain* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1859, S. 460, sowie die dagegen gerichteten Bemerkungen von *His* (a. a. O. Bd. 10, S. 338).

§ 210.

Der Umlauf des Blutes durch die Gefässe des lebenden Thierkörpers [1]) ist eins der schönsten Schauspiele, welche das Mikroskop darbietet. Man bedient sich hierzu am besten durchsichtiger Theile von kaltblütigen Wirbelthieren; so der Schwimmhaut des Hinterfusses oder des Mesenterium eines mit Kurare gelähmten Frosches oder des Schwanzes seiner Larve. Auch die Embryonen von Fischen und Vögeln, die Flughaut der Fledermäuse, das Mesenterium vorher chloroformirter kleiner Säugethiere u. a. mehr können benutzt werden.



Fig. 383. Der Blutstrom in der Schwimmhaut des Frosches nach *Wagner*. *a* Das Gefäss; *b* die Epithelialzellen des Gewebes.

Hält man sich beispielsweise an den zuerst genannten Körpertheil des Frosches (Fig. 383), so sieht man in den grösseren arteriellen und venösen Aestchen der Schwimmhaut das entgegengesetzte Strömen (natürlich in einer mit der Stärke der benutzten Linsen vergrösserten Geschwindigkeit). In der kleinen Arterie bemerkt man die charakteristische stossweise oder pulsirende Bewegung, in den Kapillaren ein langsameres gleichmässiges Fliessen und in den Venen ein ebenfalls gleichmässiges, aber wiederum beschleunigtes Fortrücken. In den stärkeren Gefässröhren treiben die ovalen Blutzellen, mit dem einen ihrer Pole voran, mehrfach neben und übereinander dahin; namentlich in stärkeren arteriellen Stämmchen in schneller Bewegung, oft drehend und wirbelnd. Die Innenwand eines solchen etwas weiteren Gefässes (*a*) wird aber von den rasch strömenden farbigen Zellen nicht berührt. Hier bleibt eine helle, farblose Schicht, in welcher man bei Venen vereinzelte farblose Blutkörperchen entdeckt, die neben ihren raschen Gefährten viel langsamer und träger vorrücken, oftmals sogar der Gefässwand anhängen, so dass sie längere Zeit gar nicht von der Stelle kommen, während in den Arterien jene farblose Schicht nahezu zellenfreies Blutplasma darstellt [*Cohnheim* [2])]. Man kann so den schnelleren Axenstrom und den trägeren Wandungsstrom unterscheiden [3]). In den feinsten Gefässen und Kapillaren verschwindet bei der Enge des Rohrs die peripherische Schicht, und statt des Getümmels der Arterie tritt ein ruhigeres, gemesseneres Fortströmen ein. Die farbigen und farblosen Körperchen gleiten zuletzt vereinzelt hintereinander, bald ge-

drängter, bald in weiteren Abständen. Erstere jedoch, glatt und geschmeidig, sowie mit hoher Dehnbarkeit und Elastizität versehen, werden leichter durch die feinen Kanäle getrieben, als letztere, welche, rauh und klebrig, einen Aufenthalt nicht selten erleiden. Rasch kehrt dann, sobald der auf es einwirkende Druck erloschen, das rothe Blutkörperchen vermöge seiner elastischen Kräfte wieder zur alten Form zurück. Einzelne feine Haargefässe erscheinen momentan ganz frei von Zellen, indem sie nur von Plasma durchströmt werden. Es ist fast überflüssig zu bemerken, dass normal ein kontinuirlicher Uebergang von der Arterie durch die Kapillaren in die Venenanfänge stattfindet. Das reizende Schauspiel bietet im Uebrigen eine Menge untergeordneter Variationen dar. — Noch weit veränderlicher gestaltet sich nach den interessanten Beobachtungen *Rollett's* die strömende farbige Blutzelle des Säugethiers. Sie nimmt fortwährend (natürlich passiv) hierbei die allerverschiedensten Formveränderungen an, und erscheint nur ausnahmsweise einmal in der Gleichgewichtsfigur. Diese tritt dagegen augenblicklich beim Stillstand des Blutstroms ein[4]).

Die Geschwindigkeit des Kapillarstroms kann nur ungefähr bestimmt werden. Die farbige Blutzelle durchläuft beim Frosch in der Sekunde etwa den fünften oder vierten Theil einer Linie. Die Bewegung des Lymphkörperchens erfordert zehn- bis fünfzehnmal mehr Zeit. Nur die ansehnliche Kürze der kapillaren Bahnen, deren wir schon gedachten, ermöglicht den schnellen Umlauf der ganzen Blutmasse durch den Körper.

Anmerkung: 1) Vergl. *E. H. Weber* in *Müller's* Archiv 1837, S. 267; *R. Wagner*, Beiträge zur vergleichenden Physiologie. Heft 2, S. 33. Leipzig 1838, sowie dessen Physiologie, 3. Aufl., S. 162. Ueber die Technik der Untersuchungen s. man *Frey's* Mikroskop, 5. Aufl., S. 144. — 2) S. dessen Arbeit über Entzündung und Eiterung in *Virchow's* Archiv Bd. 40, S. 32. — 3) Auffallenderweise geht die farblose Wandschicht dem Blutstrom der Athemorgane von Amphibien fast ganz ab, wie *Wagner* fand. — 4) Wiener Sitzungsberichte Bd. 50, Abth. 2, S. 178. *Klebs* nahm irrthümlich jenen passiven Formenwechsel für einen aktiven.

§ 211.

Was die Entwicklung des Gefässsystems[1]) betrifft, so findet dieselbe vom mittleren Keimblatte statt, bildet aber einen ausserordentlich schwierigen und keineswegs sicheren Abschnitt der Histogenese. Nach einer früheren, manchfach getheilten Angabe entstehen das Herz und die in der embryonalen Anlage zuerst auftretenden Stämme (Aortenbogen und Dottervenen) in Gestalt solider Zellenzylinder ohne Unterschied des Axen- und peripherischen Theiles. Letzterer wird dann durch festere Vereinigung der Zellen zur primären Gefässwand, während die zelligen Elemente der Axe durch Verflüssigung der Interzellularsubstanz die ersten Blutkörperchen bilden (§ 81).

Doch spätere Untersuchungen ergaben, dass das Herz gleich anfänglich hohl sich anlegt (*Schenk*, *Hensen*, *Klein*).

Bei Hühnerembryonen wollte *Remak* die ersten Blutgefässe in Form solider, 0,0282—0,0451 mm breiter Zylinder erkannt haben, auf deren Querschnitte in der Regel 3—8 Bildungszellen, bisweilen aber auch nur zwei kamen. Die weitere Umwandlung zeigte den Zylinder hohl, zum Schlauch geworden, und seine Wand bestehend aus einer einzigen Lage nach innen stark einspringender Bildungszellen. Auch hier ist die hohle Anlage hinterher betont worden.

Die Gefässe späterer Anlagen sollten sich, wie man längere Zeit hindurch festhielt, nach einem anderen Typus zu bilden, aus Verschmelzung einfacher Zellenreihen mit nachträglichen Zellenumlagerungen.

Es ist dies fast dieselbe Entstehungsweise, welche seit den Tagen *Schwann's* für die Haargefässe angenommen wurde.

Die Kapillaren — lautet jene ältere Annahme — gehen aus der Verschmelzung von Bildungszellen hervor, die in einfacher Reihe zusammenstossend sich in einander öffnen, so dass die verfliessenden Zellenhöhlen zur Kapillarröhre, die Zellenmembranen zur Gefässwand und die sich erhaltenden Kerne zur Nuklearformation der letzteren werden.

Die Herstellung der unverzweigten Kapillarröhren — glaubte man — geschähe dadurch, dass spindelförmige Zellen linear hintereinander sich lagerten, um mit den Fortsätzen zusammenzustossen, wobei nächträglich die Differenzen des Quermessers zwischen Zellenkörper und Zellenausläufer sich ausglichen. Durch Verbindung mit einem schon gebildeten Gefässe erhielte alsdann das Zellenrohr den Blutstrom.

Da aber ungetheilte Haargefässröhren meistens nur in sehr geringer Länge vorkommen, und die Regel vielmehr eine netzartige Verbindung darstellt, so hatte man sternförmige Zellen zur Erzielung von Verästelungen bei dem Aufbau der Kapillaren eine wichtige Rolle spielen lassen. Auch dieses hat sich hinterher als falsch gezeigt; ist ja doch das Lumen des Haargefässes ein Interzellularraum.

Wenn so der ältere wissenschaftliche Besitz ein werthloser geworden ist, was, fragen wir weiter, haben nun die neueren und neuesten Untersuchungen ergeben?

Beginnen wir zunächst mit der Anlage der ersten (bekanntlich weiteren) fötalen Blutgefässe.

Die frühesten Gefässe des Hühnerembryo entstehen nach *Klein* aus Zellen des mittleren Keimblattes, deren Inhalt sich verflüssigt, so dass den vergrösserten und verwässerten Zellenkörper eine Protoplasmaschale mit dem Kern umhüllt. Aus solchen Zellen geht die erste Gefässwand, das Endothelrohr sowohl wie die ersten Blutkörperchen, hervor.

Eine derartige Zelle schwillt also zur Blase an unter Kernvermehrung. Indem ein Theil dieser Kerne in regelmässiger Stellung zuletzt in jener Protoplasmaschale getroffen wird, kann man letztere als aus ebenso vielen noch nicht getrennten Endothelzellen hergestellt betrachten (»Endothelblase« von *Klein*). Später sind jene denn auch deutlich zu erkennen.

Von der Endothelwand schnüren sich ferner theils farblose, theils gelb gefärbte Zellen ab, die ersten Blutkörperchen. Die Genese jener Zellen (§ 81) erscheint also jetzt in anderer Beleuchtung [2].

Bei anderen jener Bildungszellen soll die innere Masse des Protoplasma eine gelbliche Farbe annehmen und um die durch Theilung entstandenen Kerne als Blutkörperchen sich zerklüften. Auch grobkörnige Zellen sollen endlich ganz den gleichen Umwandlungsprozess erfahren.

Gefässwand und erste Blutkörperchen nehmen also ihren Ursprung aus der nämlichen Zelle (»Brutzelle« von *Klein*).

Wie erhalten wir aber nun aus jenen getrennten Endothelblasen die Bildung eines zusammenhängenden Gefässrohres?

Erstere Blasen wachsen heran, verlängern sich und buchten sich aus. Sie können aber auch anfänglich solide Protoplasmasprossen treiben, welche sich später aushöhlen. Setzt sich nun alles das hinterher mit einander in Verbindung, so erhält man das erste Gefässrohr.

Auch die grössten Gefässe, selbst das Herz, scheinen einen ähnlichen Ursprung zu nehmen.

Wir würden also Protoplasmaröhren vor uns haben, welche durch Kernvermehrung allmählich in Endothelzellen zerfielen. — Hiermit steht denn eine schon früher mehrfach beobachtete Thatsache in Einklang, nämlich diejenige, dass erst von einer gewissen Bildungsstufe an die Höllensteinlösung die uns bekannte Zellenmosaik an der Gefässwand herbeiführt.

Sehr frühe schon bemerkt man beim Hühnerembryo, wie die werdenden Ar-

terien vom benachbarten Gewebe her eine Auflagerung platter sternförmiger Zellen gewinnen, wie es zur Herstellung einer fötalen Adventitia kommt.

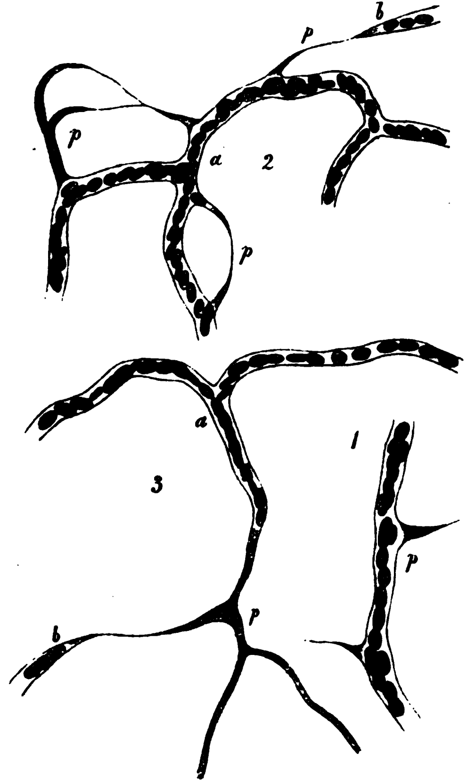


Fig. 384. Entwicklung feinerer Haargefässe im Schwanz der Froschlarve. p. p Protoplasma-Sprossen und -Stränge.

Die Bildung fernerer Gefässe, vor Allem neuer Kapillaren von bereits vorhandenen, steht mit den obigen Beobachtungen in schönem Einklang. Hierüber haben wir neben älteren Untersuchungen neulich treffliche Arbeiten von *Arnold*[3]) erhalten.

Eine in älterer wie neuerer Zeit viel durchmusterte Lokalität ist der Schwanz heranwachsender Froschlarven. Hier (Fig. 384) findet eine rege Neubildung der Haargefässe von vorhandenen aus statt, und zwar, wie man schon lange weiss, durch eine Art Sprossenbildung (1).

Von den Wandungen fertiger Kapillaren wird ein zur selbständigen Weiterentwicklung befähigtes Protoplasma geliefert (2. *p*). Durch sein Auswachsen entstehen jene Sprossen und Fäden[4]), deren wir so eben gedacht haben. Durch Zusammenfliessen wandeln sie sich in Stränge um. Schmilzt nun hinterher der Axentheil jener protoplasmatischen Fäden ein, so erhalten wir Protoplasmaröhren (3. *p*). Bei dieser weitern Umwandluug der Wandung kommt es ebenfalls zur Bildung neuer Kerne. Letztere sind anfänglich klein und wenig scharf begrenzt; später werden sie grösser und deutlicher. Aus beiden Bestandtheilen, dem Nukleus und dem Protoplasma, entstehen (»durch eine Art

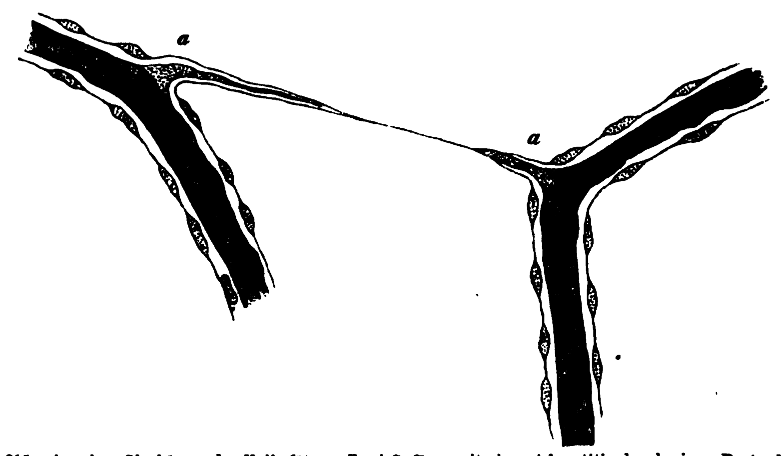


Fig. 385. Aus dem Glaskörper des Kalbsfötus. Zwei Gefässe mit einer Adventitia durch einen Protoplasma-Strang verbunden. Bei *a* die Insertion desselben an die primäre Gefässwand.

von Furchungsprozess« *Arnold*) die uns bekannten Gefäss- oder Endothelzellen [5]).

Fig. 385, eine Gefässbildung aus dem *Corpus vitreum* des Kalbsfötus zeigt etwas ganz Aehnliches. Nur kommen reichliche Adventitialzellen hinzu.

Auch der nächstfolgende Holzschnitt (Fig. 386), schon in der ersten Auflage unseres Werkes enthalten, bringt die gleichen Bildungsverhältnisse.



Fig. 386. Gefässe der *Membrana capsulo-pupillaris* eines Schweinsembryo von 2½ Zoll mit Aufbettungen rundlicher Adventitial-Zellen. 1 Ein feines Gefäss mit einigen der letzteren; 2 mit sehr reichlichen umlagernden Zellen; 3 zwei Gefässe *a*. *b* durch einen queren Faden zusammenhängend. 4 Auflagerungen von Zellen nur am untern Theile; 5 ein Gefäss mit rundlichen Zellen *b* durch einen Querast *a*, der nach rechts eine neue Zellenauflagerung *c* gewinnt, mit einer andern Röhre *d*, welche die Seitenansicht der Adventitialzellen zeigt, verbunden.

Die Gefässe erfahren häufig nachträglich weitere Ausbildungen, sowohl der Form (Grösse) als der Textur nach. Eigenthümliche periodische Zunahmen zeigen die des schwangeren Uterus. Umgekehrt sehen wir andere, z. B. diejenigen der Hornhaut, in der letzten Zeit des Fötallebens und nach der Geburt, eine ausgedehnte Obliteration erleiden. *His* beobachtete hierbei die Bildung sternförmiger Körper, welche an verästelte Pigmentzellen erinnern.

Pathologische Neubildungen [6]) von Gefässen kommen als sehr häufige Erscheinungen vor. Man hat früher vielfach eine von den vorhandenen normalen Gefässen unabhängige erste Entstehung annehmen wollen, wobei die gebildeten pathologischen Gefässe erst nachträglich mit den physiologischen sich verbänden. Derartiges kommt aber nicht vor. Mit Sicherheit entstehen die »pathologischen« Gefässe wie die normalen.

So zeigt uns (*Arnold*) der im Wiederersatz begriffene Schwanz der Froschlarve Fig. 387 bei *a*. *b*. *c*. *d* die bekannten Protoplasmasprossen und -Fäden wieder. Verfolgen wir denselben Gefässbezirk, so ist derselbe 24 Stunden später in das Bild Fig. 388 übergegangen. Der Protoplasmafaden *d* hat sich zur wegsamen Kapillarröhre umgestaltet; *a* und *b*, sowie *c* sind weitere Protoplasmastränge geworden.

Indessen auch noch in anderer Weise scheint es zur Neubildung von Gefässen zu kommen.

Hat man [*Thiersch* [7])] einem Säugethier eine Wunde an der Zunge beigebracht, so trifft man in einer gewis-



Fig. 387. Entwicklung der Kapillargefässe in dem sich regenerirenden Schwanz der Froschlarve nach *Arnold*. *a*, *b*. *c*. *d* Sprossen und Protoplasmastränge.

sen Stufe des unmittelbaren Heilungsprozesses zwischen der Arterie und Vene eine Anzahl wandungsloser Gänge, welche das Blut leiten. Ein Theil dieser lakunären Bahnen gestaltet sich später zu wirklichen Gefässen um, vielleicht indem die Nachbarschaft die Gefässzellen liefert; die grosse Mehrzahl jener geht aber zu Grunde. Wir werden später bei der Milz ähnlichen lakunären Blutströmen als normalen Vorkommnissen begegnen.

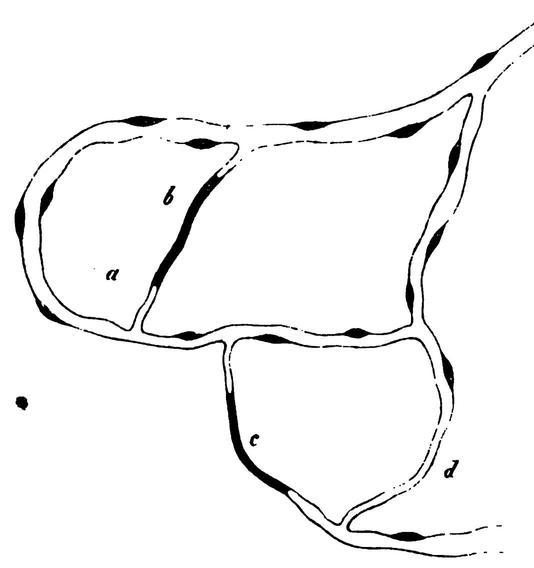


Fig. 388. Derselbe Gefässbezirk nach 24 Stunden.

Gefässgeschwülste (sogenannte Angiome) zeigen einen verschiedenen Bau. Hierüber ist auf die Lehrbücher der pathologischen Anatomie zu verweisen.

Ueber die Bildung der Lymphgefässe fehlt es zur Zeit noch sehr an Material. Die feinen Kanäle im Froschlarvenschwanz entstehen sicher ebenfalls nach Art der Blutkapillaren [8]).

Daneben hat man pathologische Neubildung von Lymphgefässen mehrfach beobachtet. So in Pseudomembranen und Adhäsionen [*Schröder van der Kolk* [9]), *E. Wagner* [10]), *Teichmann* [11])]. In Geschwülsten zeigte dieselbe auf dem Wege der Injektion zuerst *W. Krause* [12]).

Anmerkung: 1) Man vergl. neben der alten Literatur die Werke von *Schwann* S. 182 und von *Remak*, ebenso *Koelliker*'s Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 545, sowie Gewebelehre, 5. Aufl., S. 631; *J. Meyer* in den Annalen der Charité Bd. 4, S. 41; ferner *Billroth*, Untersuchungen über die Entwicklung der Blutgefässe. Berlin 1856; *Aubert* in der Zeitschr. für wissensch. Zoologie, Bd. 7, S. 345; *Reichert* in den Studien des physiol. Instituts zu Breslau. Leipzig 1858, S. 9; *J. Billeter*, Beiträge zur Lehre von der Entstehung der Gefässe. Zürich 1860. Diss.; *Schenk* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 54, Abth. 1, S. 469; *Hensen* im Tagblatt der 41. Versammlung der deutschen Aerzte und Naturforscher in Frankfurt. No. 6; *Stricker* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 51, Abth. 2, S. 16 und Bd. 52, Abth. 1, S. 379; *His*, Ueber die erste Anlage des Wirbelthierleibes etc. und Arch. f. mikr. Anat. Bd. 2, S. 523; *Afanasieff*, Wiener Sitzungsberichte Bd. 53, Abth. 2, S. 560 und *Bulletin de l'Acad. imp. de St. Pétersbourg. XIII. p.* 322; *Peremeschko*, Wiener Sitzungsberichte Bd. 57, Abth. 2, S. 499; *Waldeyer* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 34; *A. Golubew* im Arch. für mikr. Anat. Bd. 5, S. 49; *Klein* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 63, Abth. 2, S. 339. — 2) Schon *Afanasieff* hatte Aehnliches in seinem ersten Aufsatze angegeben, dieses aber in seiner zweiten Arbeit zurückgenommen. — 3) *Virchow*'s Archiv Bd. 53, S. 70, Bd. 54, S. 1 und 408. — 4) Jene Sprossen und Fäden sind vielfach schon von älteren Beobachtern gesehen und abgebildet worden. — 5) Der Protoplasmafaden eines Gefässrohres kann indessen auch sich direkt an die Wand einer anderen Kapillare ansetzen. — Schwer verständlich erscheint das Auftreten der Gefässkerne und der Endothelzellen. Nach *Golubew* sollen letztere von bereits fertigen Röhren in die sich entwickelnden hereingeschoben werden und das ursprüngliche Protoplasma der Wand verdrängen. — Wir bemerken endlich, dass anfangs die Haargefässe der Froschlarve keine Silbermosaik erkennen lassen. Einzelne Gefässbezirke scheinen auch beim erwachsenen Frosche auf dieser Stufe stehen geblieben zu sein, so die der Hyaloidea. — 6) Neben *Billroth*'s Monographie, neben *Meyer* a. a. O. vergl. man *His* in seiner Monographie der Hornhaut S. 73; *O. Weber* in *Virchow*'s Arch. Bd. 13, S. 74, Bd. 15, S. 465 und 29, S. 84, sowie dessen Arbeit im ersten Bande des Handbuches der Chirurgie, redigirt von *Pitha* und *Billroth*. Erlangen 1865; *Rindfleisch*'s Buch S. 75; endlich *Wywodzoff*

in den Mediz. Jahrbüchern der Gesellschaft Wiener Aerzte, Bd. 13, S. 1. — 7) Handbuch der Chirurgie von *Pitha* und *Billroth*, Artikel: Wundheilung S. 553. — 8) Wir verweisen hier auf die (§ 207, Note 8) erwähnte, dritte *Langer*'sche Abhandlung. — 9) *Lespinasse, De vas. nov. pseudomembran. Utrecht* 1842. *Diss.* — 10) Arch. f. physiol. Heilkunde 1859, S. 343. — 11) a. a. O. S. 7, Anm. — 12) Deutsche Klinik 1863, No. 39.

18. Die Haare.

§ 212.

Die Haare[1]) sind Produktionen des Hornblatts, und stellen fadenförmige, aus einem modifizirten Epidermoidalgewebe erbaute Gebilde von ziemlich verwickeltem Bau dar. Man unterscheidet an ihnen (Fig. 389) den Schaft (*l*), welcher mit dem grössten Theile seiner Länge frei aus der Haut hervorsteht, und nach oben in der Spitze endigt. Mit dem unteren Theile, der Wurzel, verschwindet er in die Haut, um in einer flaschenförmigen Einsenkung derselben, dem Haarbalg (*a*) mit kolbenartiger Erweiterung als Haarknopf (*h*) zu endigen. Letzterer sitzt mit trichterförmiger Aushöhlung einer aus dem Grunde des Haarbalges sich erhebenden Papille (*i*) auf. Zwischen dem Balge und dem eigentlichen Haare befindet sich eine komplizirtere scheidenartige Umhüllung, die Wurzelscheide, welche man in eine äussere (*c*) und innere (*d*) trennt.



Fig. 389. Haarwurzel und Haarbalg des Menschen; *a* der bindegewebige Balg; *b* dessen glashelle Innenschicht; *c* die äussere, *d* die innere Wurzelscheide; *e* Uebergang der äusseren Scheide in den Haarknopf; *f* Oberhäutchen des Haars (bei *f** in Form von Querfasern); *g* der untere Theil desselben; *h* Zellen des Haarknopfs; *i* die Haarpapille; *k* Zellen des Marks; *l* Rindenschicht; *m* lufthaltiges Mark; *n* Querschnitt des letzteren; *o* der Rinde.

Es dürfte am passendsten sein, die Betrachtung mit dem unteren Theile zu beginnen, indem man hier die Bildungsstätte des Haares, sowie die ersten Erscheinungsformen seines Gewebes vor sich hat, und von da aus die weiteren Umwandlungen bis zur Textur des Schaftes am leichtesten begriffen werden können.

Der Haarbalg (*a*) ist eine schief gerichtete Einstülpung der Lederhaut von verschiedener Länge, und bei ansehnlicheren Kopf- und Barthaaren bis in das Unterhautzellgewebe hinabragend, während er bei Wollhärchen schon in der oberen Hälfte der Kutis sein Ende zu nehmen pflegt. Seine Form ist im Allgemeinen eine zylindrische, gegen das untere blinde Ende nicht selten verjüngt. Er besteht, wesentlich dem Korium gleich, aus bindegewebiger Fasermasse, welche mehrere Schichten erkennen lässt, und an die sich äusserlich einfach oder mehrfach Bündelchen glatter Muskeln (*arrectores pili* von *Eylandt* oder Haarbalgmuskeln) ansetzen[2]). Die äussere Schicht des Haarbalges (welche bei fest gewebter Umgebung recht schwach ausfallen kann) zeigt längslaufendes Bindegewebe mit gleich gerichteten spindelförmigen Kernen. Ihre Dicke pflegt zwischen 0,0036—0,0070^{mm} zu schwanken. An ihr erscheint ein entwickeltes Kapillarnetz; auch einzelne Nerven hat man zur Zeit bemerkt.

Die mittlere Lage des Haarbalges ist in der Regel die dickere, 0,0149—0,0233^{mm} messend. Sie besteht in querer Anordnung aus unentwickel-

tem Bindegewebe mit mehreren Schichten länglicher Kerne, welche an die bekannte Nuklearformation der kontraktilen Faserzellen (*Koelliker*) erinnern, ohne dass jedoch solche Elemente sich hier hätten sicher darthun lassen. Ein Kapillarnetz fehlt auch hier nicht; seine Maschen verlaufen vorwiegend quer. Unsere Mittelschicht erhebt sich vom Grunde des Balges, endigt dagegen nach aufwärts schon in der Gegend der Talgdrüsen.

Umgeben ist ferner der menschliche Haarbalg von Lymphgefässen [4].

Bedeckt ist endlich die ganze Einsackung von einer wasserhellen strukturlosen Lage (Fig. 389. *b*, Fig. 390. *g*), welche nach einwärts eine feinlinige Querzeichnung darbietet, und als modifizirte Grenzschicht des Fasergewebes oder als eine Glasmembran betrachtet werden kann. Mit manchen derartigen Häuten theilt sie die Unveränderlichkeit in Säuren und Alkalien. Zwischen ihr und der Mittelschicht erscheint an den grossen Tasthaaren der Säuger eine entwickelte kavernöse Gefässausbreitung, welche nach oben in einem ringförmigen venösen Sinus aufhört. [*Leydig*, *Odenius*, *Dietl* und *Schöbl* [3])].

Nach den schönen Untersuchungen *Wertheim*'s [4]) endigt im Uebrigen der Haarbalg nach unten nicht abgerundet, wie bisher die allgemeine Annahme lautete, und es auch unsere Fig. 389 darstellt. Er setzt sich vielmehr mit der Aussen- und Mittelschicht in einen Bindegewebestrang fort, welcher anfänglich »kelchartig« erweitert, dann »stengelförmig« verschmälert ist. Entweder die Richtung des Haarbalges einhaltend oder in winkliger Biegung verläuft letzterer eine kürzere oder längere Strecke nach abwärts, um schliesslich mit andern seiner Gefährten in ein starkes Bindegewebebündel der Tiefe überzugehen.

Aus der Tiefe des Balges erhebt sich nun mit einem wenig faserigen, mehr unentwickelten kernführenden Bindegewebe die Papille des Haares (*i*), welche als ein modifizirtes Gefühlswärzchen der Haut angesehen werden muss. Ihre Form ist konisch oder mehr eiförmig, wobei wohl immer die Längsdimension die quere übertrifft (so z. B. $0{,}2256^{mm}$ Länge auf $0{,}1128^{mm}$ Breite). Sie enthält in ihrem Innern ein feinmaschiges Haargefässnetz [5]) und muss als Bildungs- und Ernährungsstätte des Haares bezeichnet werden.

Nerven hat man in unserer Papille nicht bemerkt. — Dagegen enthält sie beim Menschen die äussere Schicht des Haarbalges als vereinzelte Fasern, welche hier und da eine Theilung darbieten. Nach neuen Forschungen scheinen sie mit eigenthümlichen Terminalzellen, welche in der äusseren Wurzelscheide gelegen sind (und auch, wie wir früher [§ 187] vernahmen, in dem *Rete Malpighii* der Haut sich finden), in Verbindung zu stehen [*Langerhans* [6])].

Anmerkung: 1) Man vergl. *Henle*'s allg. Anat. S. 292 und dessen Handbuch der systematischen Anatomie Bd. 2 (Eingeweidelehre) S. 17; *Gerlach* a. a. O. S. 537; *Koelliker*'s Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 1, S. 98 und Gewebelehre, 5. Aufl., S. 125; *A. Biesiadecki* in *Stricker*'s Handbuch S. 600; *E. Reissner*, *Nonnulla de hominis mammaliumque pilis. Dorpati* 1853 und dessen Schrift: Beiträge zur Kenntniss der Haare. Breslau 1854; *Reichert* in der Zeitschrift für klinische Medizin Bd. 6, S. 1; *Leydig* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1859, S. 677; *P. Chapuis* und *Moleschott* in des letzteren Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen Bd. 7, S. 325; *E. R. Pfaff*, Das menschliche Haar in seiner physiologischen, pathologischen und forensischen Bedeutung. Leipzig 1866; *W. von Nathusius-Königsborn*, Das Wollhaar des Schafs in histologischer und technischer Beziehung. Berlin 1866. — 2) *Koelliker* in der Zeitschr. für wiss. Zoologie Bd. 1, S. 52 und *Eylandt*, *Observationes microscopicae de musculis organicis in hominis cute obviis. Dorpati* 1850. *Diss. p.* 21; *Henle* im Jahresbericht für 1850, S. 40; *J. Neumann* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 57, Abth. 2, S. 608. — 3) Die Literatur der Tasthaare ist eine sehr reiche. Man vergl. *Gegenbaur* in der Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. 3, S. 18; *Leydig* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Arch. 1859, S. 714; *M. V. Odenius* (Arch. für mikr. Anat. Bd. 2, S. 436; *M. J. Dietl* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 64, Abth. 1, S. 62); ferner die zahlreichen (leider mit manchfachen Irrthümern behafteten) Angaben von *J. Schöbl* im Arch. für mikr. Anat. Bd. 7, S. 1 und 260, Bd. 8, S. 295 und 655, Bd. 9, S. 197; ferner die gegen *Schöbl* gerichtete und vielfach begründete Polemik *Stieda*'s in derselben Zeitschrift Bd. 8, S. 274 und Bd. 9, S. 795; *Jobert* in den *Ann. d. scienc. nat. Série V. Tome*

16, *p.* 112. — 4) Vergl. die schöne Arbeit von *J. Neumann*, Zur Kenntniss der Lymphgefässe der Haut des Menschen und der Säugethiere. Wien 1873. — 5) *G. Wertheim* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 50, Abth. 1, S. 303. — 6) *Gerlach* a. a. O. S. 543. — 7) S. dessen Aufsatz in *Virchow*'s Archiv Bd. 44, S. 325. Die Tasthaare der Säuger sind reich an Nerven. Man kennt einen unterhalb der Ausmündung der Talgdrüsen befindlichen Ring. Alles Andere ist unsicher.

§ 213.

Wie der Haarbalg ein Stück eingesackter Lederhaut ist, so wiederholt die äussere Wurzelscheide (Fig. 389. *c* und 390. *e. f*) als untere Schicht das *Rete Malpighii*. Ueber die Bedeutung der inneren Wurzelscheide (Fig. 389. *d* und 390. *c. d*) dagegen gehen die Ansichten zur Zeit noch auseinander.

Untersucht man den Eingang des Haarbalgs, so sieht man die tieferen Zellenschichten der angrenzenden Hautstelle als äussere Wurzelscheide an der Seitenwand herabsteigen. Die Zahl der Lagen ihrer kleinen rundlichen, kernhaltigen Zellen (Fig. 389. *c*, Fig. 390. *e* und Fig. 391. *c*) wechselt nach der Stärke des Haares. Die Zellen selbst haben eine Grösse von 0,0074—0,0113 mm. Die Zellen der innersten Schicht sind mehr abgeplattet, während die der äussersten in radialer Richtung verlängert erscheinen, und hierdurch an diejenigen der untersten Lage des *Malpighi*'schen Schleimnetzes der Haut erinnern. Wie die äussere Wurzelscheide oberwärts aus den Zellen des *Malpighi*'schen Schleimnetzes hervorging [1], setzt sie sich, in der Tiefe des Haarbalgs angekommen (Fig. 389. *e*), wenigstens an manchen Haaren, in die Zellenmassen des Haarknopfs (*h*) fort; während sie letztere bei andern nicht erreicht.



Fig. 390. Querschnitt durch ein Kopfhaar und dessen Balg vom Menschen. *a* Haar; *b* Oberhäutchen desselben; *c* innere und *d* äussere Lage der sogen. inneren Wurzelscheide; *e* äussere Wurzelscheide; *f* deren peripherische Lage verlängerter Zellen; *g* Glasmembran des Balges; *h* dessen Mittelschicht und *i* Aussenlage.

Die innere Wurzelscheide [2] zeichnet sich durch ihr helles, glasartiges Ansehen von der trüben Masse der äusseren, welche im Uebrigen dicker ist, aus (Fig. 389. *d*, Fig. 390. *c. d*). Sie zeigt zweierlei Lagen grösserer Zellen. Die äussere Zellenlage (Fig. 390. *d*, Fig. 391. *a*) (die Wurzelscheide von *Henle*) besteht aus länglichrunden, senkrecht gestellten glashellen, kernlosen Zellen von 0,0377—0,0451 mm Grösse, welche kleine, schmale Längsspältchen zwischen sich erkennen lassen, die bei der spröden Beschaffenheit



Fig. 391. Zellen der Wurzelscheiden; innere Wurzelscheide mit der *Henle*'schen (*a*) und *Huxley*'schen (*b*) Schicht; *c* Zellen der äusseren.

der ganzen Masse durch Druck, Zerreissung u. s. w. rasch um ein sehr Ansehnliches sich vergrössern. Ihr nach einwärts aufliegend, erscheint in einfacher oder doppelter Lage ein von *Huxley* zuerst gesehenes zelliges Gewebe (Fig. 390. *c* und 391. *b*). Die Zellen sind ebenfalls wasserklar, polyedrisch gegen einander abgegrenzt, aber in der Längsrichtung kürzer und breiter, während in radialer ihr Ausmaass dasjenige der Elemente der *Henle*'schen Lage übertrifft (Fig. 390. *c. d*). Dann — und es ist das wichtigste Unterscheidungsmerkmal — führen die Zellen der *Huxley*'schen Lage einen Kern, der, klein und schmal, an das Bild erinnert, welches die Seitenansicht der Nagelzellen gewährt (S. 169. Fig. 156). Nach unten gegen die Tiefe des Haarbalgs besteht die innere Wurzelscheide nur aus einer einzigen Schicht heller kernführender Zellen, welche sich in die peripherischen Zellen des Haarknopfs fortsetzen können. Aufwärts gegen den Ausgang des Haarbalgs hin endigt dieselbe ungefähr in der Gegend der Talgdrüsen plötzlich mit einer scharfen zackigen Abgrenzung.

Anmerkung: 1) *C. Krause* (Artikel: »Haut« S. 125) machte die schöne Beobachtung, dass beim Neger die Zellen der äusseren Wurzelscheide wie des *Malpighi*'schen Schleimnetzes (S. 153) braungefärbt sind. *Odenius* (a. a. O. S. 443) traf in der äusseren Wurzelscheide der Tasthaare Stachel- und Riffzellen (§ 88). — 2) Die innere Wurzelscheide wurde anfänglich von *Henle* (a. a. O. S. 302) als eine homogene, von Löchern durchsetzte, gefensterte Membran beschrieben. Die zellige Beschaffenheit ihres äusseren Theiles legte zuerst *Kohlrausch* (Göttinger gelehrte Anzeigen 1843, S. 232) dar, welcher mit *Krause* alle Spalten für Kunstprodukte erklärte. Ueber die innere Partie erhielten wir Aufschlüsse von *Huxley* (*London med. Gazette. November* 1845). Man vergl. noch *Kohlrausch* in *Müller's* Archiv 1846, S. 300, das grosse *Koelliker*'sche Werk S. 129 und *Henle* im Jahresbericht für 1850, S. 24.

§ 214.

Wir sind nun zum eigentlichen Haare gekommen, in dessen der Papille aufsitzenden und übergelagerten Knopf die Zellenlagen der äusseren und inneren Wurzelscheide sich fortsetzen.

Der Haarknopf (Fig. 392. *h*) zeigt in seiner ganzen Masse, mit Ausnahme einer dünnen, ihn bekleidenden Umhüllungsschicht, dieselben dicht gegeneinander gedrängten kleinen rundlichen Zellen, wie sie die äussere Wurzelscheide bildeten (Fig. 393. *a*). Sie führen entweder einen Inhalt



Fig. 392.

Fig. 393. *a* Zellen des Haarknopfs; *b* vom Beginn des Schaftes; *c* Rindenmasse mit Schwefelsäure behandelt und bei *d* in einzelne Plättchen zerfallen; *e. f* Zellen des Oberhäutchens.

farbloser Moleküle, oder es erscheinen in ihnen bald in geringerer Zahl, bald in sehr grosser Menge die Körnchen eines nach der Haarfarbe wechselnden Pigmentes.

Nach aufwärts ändern unsere Zellen ihre Beschaffenheit, und es macht sich in dieser Umwandlung bei vielen Haaren ein Gegensatz zwischen dem Axentheil und der peripherischen Partie jener geltend, so dass man eine Markmasse (Fig. 392. *k*) und eine Rindensubstanz (*l*) unterscheidet.

Zunächst sehen wir die Zellen letzterer länglichrund werden, während der Nukleus noch die ursprüngliche sphärische Form bewahrt. Weiter aufwärts wandelt sich diese Zelle unter Abflachung zu einem 0,0451^{mm} und mehr an Länge betragenden Plättchen um, dessen Kern ebenfalls lang, schmal und stäbchenförmig wird (Fig. 393. *b*). Noch mehr aufwärts, wo der Stamm die harte, hornige Beschaffenheit des Haarschaftes gewonnen hat, gewinnen die Zellen die Natur dünner und platter, spindelförmiger, unregelmässig geränderter Plättchen (*c. d*) mit einer Längenvergrösserung gegen 0,0751^{mm} und zuweilen unter einer Abnahme des Quermessers bis zu 0,0045^{mm} an. Ihre Kerne gestalten sich zu ganz dünnen, fadenartigen Spindeln, oder verschwinden endlich ganz. Die Vereinigung dieser Haarplättchen zur Rindenmasse ist indessen eine so innige, dass wir am unversehrten Haare (Fig. 392. *l*) keine Ahnung ihrer Existenz gewinnen. Ebenso können wir durch mechanische Mittel nur Vereinigungen derselben in Form rauher, steifer Balken abspalten. Erst auf chemischem Wege, durch die Anwendung der Schwefelsäure, gelingt es rasch und leicht unter Auflösung des Bindemittels das Elementargebilde zu erkennen.

Untersucht man die Rindenmasse in ihrer Totalität, so bemerkt man, wie sie von einem nach dem Kolorit des ganzen Haares wechselnden Farbestoff durchtränkt wird. Dabei ist das Haar von abgesetzten unregelmässigen Längsstrichelchen durchzogen, die Grenzlinien benachbarter Haarplättchen darstellen, oder Streifen von Pigmentkörnchen ihren Ursprung verdanken, welche letztere übrigens auch in dunkleren Haaren in grösseren und breiteren Gruppirungen auftreten.

Die trockne, harte Beschaffenheit des Haarschaftes führt endlich zum Eindringen von Luftbläschen, welche oft in sehr ansehnlicher Menge kleine längliche Hohlräume im Innern der Haarplättchen einnehmen. Wir werden bald einer derartigen viel ausgedehnteren Luftansammlung in der Markmasse wieder begegnen.

§ 215.

Im vorigen § wurde erwähnt, dass schon von den untersten Theilen des Haares an noch eine eigenthümliche dünne Umhüllungsschicht sich erkennen lässt. Dieselbe gestaltet sich nach aufwärts zum Oberhäutchen oder der Kutikula des Haares.

Untersucht man den Haarknopf an seiner Basis (Fig. 392), so bemerkt man, wie von der Stelle an, wo seine Zellen in die der äusseren Wurzelscheide überzugehen aufhören, das Gebilde von einer Doppelschicht kleiner blasser, glasheller, gekernter Zellen (*g*) überkleidet wird. Steigen wir am Haare in die Höhe, so sehen wir die peripherische Lage jener Zellen mehr eine kurze dickere Beschaffenheit bewahren; auch dann, nachdem sie ihre Kerne eingebüsst haben. Sie erstrecken sich bis an den oberen Theil des Haarbalges, wo sie ihr Ende nehmen. Da man sie vielfach, vom Haare abgelöst, der inneren Wurzelscheide aufliegend findet, hat man in ihnen ein Oberhäutchen der letzteren erblicken wollen [1]).

Wichtiger sind die Zellen der Innenschicht, welche dem Haare nach aufwärts nicht verloren gehen, vielmehr sich über den ganzen Schaft erhalten, und demselben eine eigenthümliche Querzeichnung verleihen. Diese Zellen gewinnen schon um die oberen Theile des Haarknopfs eine mehr verlängerte Form und mehr und mehr eine schiefe Stellung gegen die Oberfläche des letzteren. Unter Verlust ihrer Nuklearformation und unter fortgehender Abplattung (Fig. 392. *f*) gestalten sie

sich allmählich zu einem Systeme schief aufgerichteter, dünner, glasheller Schüppchen (Fig. 393. *e. f*) von 0,0377—0,0451^{mm}, welche sich dachziegelförmig decken in der Art, dass die zunächst gelegene untere Zellenreihe der höheren bis zu ihrem freien oberen Rande aufliegt. So entstehen auf der Oberfläche des unveränderten Haarschafts Systeme feiner, unregelmässig welliger oder zackenförmiger Querlinien (Fig. 394 und 392. *f**), welche durch kurze, schiefe Längslinien netzartig verbunden sind [2]). Am Seitenrande des Haares gelingt es zuweilen, die oberen Ränder unserer Zellen in Form kleiner Zacken vom Schafte abstehend zu erhalten. Zur Darstellung dieser Oberhautzellen empfiehlt sich Natronlauge, mehr noch die Schwefelsäure.


Fig. 394. Oberhäutchen des menschlichen Haarschaftes. Das eine Haar mit, das andere ohne Markmasse.

Es ist uns endlich noch die Axenpartie des Haares, die Marksubstanz [3]), übrig geblieben. Dieselbe stellt jedoch keineswegs einen integrirenden Bestandtheil unserer Gebilde dar, indem sie den Wollhärchen gewöhnlich fehlt, und auch den Kopfhaaren häufig stellenweise oder gänzlich abgeht. Sie erscheint als ein Streifen, welcher den dritten oder vierten Theil der Haardicke einnimmt (Fig. 392. *m. n*, Fig. 394).

Während an der Grenze des Haarknopfs gegen den beginnenden Schaft äusserlich die Zellen sich verlängern, und die Umwandlungen zu den charakteristischen Haarplättchen beginnen, gestalten sich die des inneren Theiles meist in mehrfacher Lage zu grösseren, 0,0151—0,0226^{mm} betragenden, eckig gegen einander begrenzten Zellen (Fig. 392. *k*), welche bald ihre Kerne verlieren und vertrocknen. Dagegen erlangen sie in ausgedehntester Weise eine Menge kleiner Hohlräume im Zelleninhalte, welche sich mit entsprechenden Luftbläschen erfüllen, die bei ihrem winzigen Ausmaasse das Bild von Fett- oder Pigmentmolekülen gewähren (Fig. 392. *m*), und für solche auch lange Zeit hindurch genommen wurden. Sie geben der Markmasse des weissen Haares bei auffallendem Lichte ein silberweiss erglänzendes Ansehen, während bei gefärbten Haaren die lufthaltige Axensubstanz, nach dem jedesmaligen Kolorit durch die Rindenschicht tingirt, hindurchschimmert. Durch passende Behandlung lässt sich die Luft des Markes ähnlich wie aus dem Knochenschliff austreiben, um beim nachherigen Trocknen rasch sich wieder einzufüllen.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Koelliker*'s Handbuch 5. Aufl., S. 135. — 2) Bei stärkerer Umbiegung des oberen Randes der Oberhautzellen treten die Querlinien breiter hervor. An ausgerissenen Haaren entsteht gegen den Haarknopf hin häufig eine ausgedehntere Zurückbiegung, so dass wir den Anschein umwickelnder Querfasern gewinnen. Vergl. *Henle*'s allg. Anat. S. 294 und dessen Jahresbericht für 1846, S. 60. — 3) Die Marksubstanz ist der einzige Theil des Haares, über welchen bis zur Stunde erhebliche Verschiedenheiten der Ansichten herrschen. Der Luftgehalt wurde zuerst von *Griffith*, (*London med. Gazette* 1848, *p.* 844) nachgewiesen. Hierüber kann kein Zweifel mehr existiren. *Steinlin* (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift Bd. 9, S. 288) deutete die Markmasse als einen in das Haar hineinragenden, aus Zellen bestehenden Fortsatz der Haarpapille, welcher im untern Theile noch gefässhaltig und mit weichen Zellen versehen ist, während aufwärts die Gefässe obliteriren, die Zellen schrumpfen, und Luft an ihre Stelle tritt, so dass also die Marksubstanz von dem vertrockneten Theile der Haarpapille dargestellt wird. *Reichert* lässt im Innern der Markmasse den vertrockneten Rest der Haarpapille als zarten Axenstrang ähnlich der »Federseele« übrig geblieben sein. Bei Säugethieren kommt allerdings eine solche Verlängerung der Haarpapille in den Schaft der Haare, und zwar hoch hinauf, vor, welche dann vertrocknet; für den Menschen erscheint sie mehr als zweifelhaft. Unsere im Texte gegebene Darstellung ist die verbreitetste und wohl der einfachste Ausdruck der Beobachtung. Vielfach mögen allerdings Kommunikationen zwischen einzelnen Zellenresten vorhanden sein, wodurch sich die rasche Erneuerung der Luft erklärt. — Die Markzellen sah zuerst *H. Meyer* (*Froriep*'s N. Notizen Bd. 16, S. 49). Geläugnet wurden die Zellen des Marks von *A. Spiess* (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift, 3. R., Bd. 5, S. 3).

§ 216.

Die Haare rechnet man gleich der Oberhaut und den Nägeln bekanntlich zu den sogenannten Horngeweben, indem aus allen durch Behandlung mit Alkalien ein Gemenge umgewandelter eiweissartiger Stoffe erhalten werden kann, welches den Namen von Hornstoff oder Keratin (S. 21) trägt. Die verwickelte Textur des Haares lässt dieses Resultat hier noch werthloser als bei den beiden anderen einfacheren Geweben erscheinen.

Die mikrochemischen Reaktionen [1]) zeigen uns an dem Haare und seinen Hüllen die jungen neugebildeten Zellen noch aus gewöhnlicheren eiweissartigen Materien aufgebaut, so dass schon schwächere Eingriffe, Einwirkung von Essigsäure und verdünnteren Alkalisolutionen, die Membranen und bald darauf die letzteren auch die Kerne zerstören. Es ist dieses bei dem *Malpighi*'schen Schleimnetz des Haarbalgs, seiner äusseren Wurzelscheide, ebenso beim Haarknopfe der Fall. Auf der anderen Seite tritt uns in den Zellenlagen der inneren Wurzelscheide und dem Oberhäutchen des Haares (abgesehen von den untersten an den Haarknopf angrenzenden Partieen beiderlei Gewebe) eine frappante Unveränderlichkeit entgegen, indem konzentrirtere Schwefelsäure und Alkalilösungen die Zellen längere Zeit nicht angreifen, ja nicht einmal ein erheblicheres Aufquellen herbeiführen, so dass hier jedenfalls eigenthümliche Mischungsverhältnisse vorliegen müssen.

Die Zellenplättchen, welche trocken und verhornt die Rinde des Haarschafts bilden, trennen sich bei Anwendung von Schwefelsäure leicht von einander. Alkalien rufen ein Aufquellen der Rindenmasse herbei, und lösen als verdünnte Solutionen in der Wärme das Ganze auf.

Auch die Zellen der Markmasse können aus ihrem geschrumpften Zustande durch letztgenannte Reagentien zur alten prallen Form zurückgeführt werden.

Die wasserhelle Innenschicht des Balges endlich, wie erwähnt, zeigt die Unveränderlichkeit elastischer Glashäute.

Die Löslichkeit des Haares in Kali- und Natronlauge unter vorherigem Aufquellen wiederholt, wie schon bemerkt, das Verhalten von Epidermis und Nagelgewebe. Die Masse des Haares liefert bei der Verbrennung ähnliche Resultate wie jene beiden [2]). Als Beispiel stehe hier die prozentische Bestimmung *van Laer*'s:

C	50,65
H	6,36
N	17,14
O	20,85
S	5,00

Die Menge des Schwefels mit 4—5% erscheint sehr bedeutend [3]).

Der diffuse, das Rindengewebe des Haares durchtränkende Farbestoff, ebenso das körnige Pigment unseres Gebildes sind noch nicht näher erforscht. Das Fett, welches aus dem Haare in wechselnder Menge ausgezogen wird, scheint die gewöhnlichen Neutralverbindungen des Organismus zu enthalten. Es stammt wohl grösstentheils von den Talgdrüsen.

Die Aschenbestandtheile betragen 0,54—1,85%. Sie bestehen neben in Wasser löslichen Salzen aus phosphorsaurem und schwefelsaurem Kalke, Kieselerde [4]) und Eisenoxyd (0,058—0,390%). Mangan hat man in neuerer Zeit vermisst, während es früher von *Vauquelin* angegeben wurde. Dass der Eisengehalt des Haares mit dessen Kolorit etwas zu thun habe, ist wohl eine Fabel.

Anmerkung: 1) Man vergl. hinsichtlich des Mikrochemischen und der Mischung überhaupt *Mulder*'s physiol. Chemie S. 570; *Gorup*'s physiol. Chemie S. 601; *Kühne*'s physiol. Chemie S. 424; *Koelliker*'s grosses Werk a. a. O. — 2) Analysen rühren her von *Scherer* (Annalen Bd. 40, S. 55) und *van Laer* (a. a. O. Bd. 45, S. 147). *Von Bibra* (Annalen Bd. 96, S. 290) erhielt durch Kochen der Haare einen an Leim erinnernden (unreinen) Körper,

der möglicherweise als Interzellularsubstanz zu betrachten ist. — 3) Schwefelbestimmungen bei *van Laer* (a. a. O. S. 178) und *von Bibra* (Annalen Bd. 96, S. 291). — 4) Ueber die Kieselerde der Haare vergl. man *Gorup* in den Annalen Bd. 66, S. 321 und in seinem Werke S. 606.

§ 217.

Haare [1]) finden sich fast über die ganze Körperoberfläche des Menschen vor. Vermisst werden sie am oberen Augenlide, an den Lippen, der Hohlfläche der Hand und des Fusses, ebenso der Rückenseite des letzten Finger- und Zehengliedes, endlich an der inneren Fläche der Vorhaut und auf der Eichel. Sie bieten im Uebrigen, was Massenhaftigkeit betrifft, sehr bedeutende Differenzen dar; wie sich schon aus dem Wechsel ihrer Dicke von 0,15^{mm} und mehr bis herab zu 0,0153^{mm} ergibt. Man unterscheidet dünne, biegsame Wollhärchen (*Lanugo*) und stärkere, bald mehr biegsame, bald mehr starre Haare, ohne dass eine scharfe Grenze zu ziehen wäre. Die dicksten sind die Bart- und Schamhaare. Auch die Länge des freien Theiles wechselt ausserordentlich, von 1—2''' kleiner Wollhärchen bis 4 und 5', wie wir es an den Kopfhaaren der Frauen sehen. — Manche Haare bleiben trotz ihrer Stärke auffallend kurz; so Augenbrauen (*Supercilia*), Augenwimpern (*Cilia*), Haare am Naseneingang (*Vibrissae*). Die schlichte oder gekräuselte Beschaffenheit der Haare hängt von der Form ihres Schaftes ab, welcher bei der ersteren auf dem Querschnitt rundlich, bei letzterer oval, selbst nierenförmig erscheint.

Die Stellung ist eine vereinzelte oder paarweise und in kleinen Gruppen. Die schiefe Richtung der Bälge bringt eine Menge verschiedener Stellungsverhältnisse an den einzelnen Lokalitäten herbei [*Eschricht* [2])]. Die Zahl der Haare einzelner Körperstellen variirt sehr bedeutend, so dass während auf den vierten Theil eines Quadratzolls am Scheitel 293 gezählt wurden, man auf der gleichen Fläche nur 39 Barthaare und 13 Härchen für die Vorderseite des Schenkels getroffen hat (*Withof*). Dass hier eine Menge individueller Verschiedenheiten mit unterlaufen, bedarf wohl keiner Bemerkung.

Die Haare zeichnen sich durch eine bedeutende Festigkeit und Dehnbarkeit aus. Sie können eine beträchtliche Last tragen, ohne zu zerreissen, und nehmen, wenn die ausdehnende Gewalt nicht allzugross war, die alte Länge so ziemlich wieder an. Die trockne, verhornte Beschaffenheit macht sie zu sehr ausdauernden Körperbestandtheilen (Mumienhaare). Sie ziehen im Uebrigen begierig Feuchtigkeit von aussen an; einmal den Wasserdunst der Atmosphäre, dann vom Haarknopfe aus die Flüssigkeit der Umgebung. Auf letzterem Vermögen beruht der Stoffwechsel des Schaftes, welcher trotz der trocknen Beschaffenheit desselben nicht ganz unbedeutend erscheint, wie namentlich Fälle eines raschen Ergrauens darthun [3]). Die Luftansammlung im Marke trifft mit einem Eintrocknungsprozesse zusammen. Aber auch mit dem Fett der Talgdrüsen durchtränkt sich der Haarschaft. Man kann, wie *Henle* richtig sagte, aus dem Zustande der Haare, ihrer Sprödigkeit einerseits und ihrem weichen, biegsamen, glänzenden Aussehen anderntheils, die physiologische Beschaffenheit des Hautorganes erkennen.

Die Ernährung und das Wachsen des Haares geschehen in ganz ähnlicher Weise wie beim Nagel (S. 171). Durch einen Theilungsprozess findet eine Zellenvermehrung am unteren weichsten Theile des Haarknopfes statt, unterhalten durch das von den Blutgefässen des Balges und ganz besonders der Haarpapille gelieferte Bildungsmaterial. Wie das Wachsthum des Nagels durch Abschneiden des oberen Endes beschleunigt werden kann, so auch bei unsern Gebilden (Rasiren der Barthaare). Umgekehrt scheint für beide Theile, wenn sie unbeschnitten in ihren natürlichen Verhältnissen gelassen werden, mit einer gewissen Länge die Grenze des Wachsens einzutreten. — Früher sahen wir, dass der Nagel sich vollkommen regeneriren kann, so lange sein Bett unversehrt bleibt. Ebenso das Haar, wenn dessen Balg nicht zerstört wurde. Von dieser Regeneration wird zu Anfang des Lebens ein reichlicher Gebrauch gemacht. Aber auch später findet eine Neu-

bildung der Haare statt, da der gesündeste Körper unter Schwinden der Wurzel jährlich eine grosse Menge von Haaren einbüsst. Das zur Abstossung bestimmte Haar zeigt den unteren Theil angeschwollen, ohne die frühere Exkavation der Papille. Dieses ist der »Haarkolben« (*Henle*). Später nach Abtrennung von der Papille zerfällt das Ding, sich zersplitternd, besenartig in einzelne Theile.

Pincus [4]) fand für das normale Kopfhaar in mittleren Jahren einen täglichen Durchschnitts-Verlust von 55—60 Exemplaren, bei Kindern von 90 und im höheren Alter von 120. Beginnt Kahlköpfigkeit sich einzustellen, so werden die Haare dünner und dünner.

Wie die Wachsthumsphänomene des Nagels durch *Berthold* genauer studirt wurden, ist es auch mit den Haaren der Fall gewesen [5]). Die Haare wachsen rascher bei Tage als in der Nacht, schneller in wärmerer als kälterer Jahreszeit, lebhafter bei häufigem Abschneiden. Barthaare, nach je 12 Stunden abrasirt, ergeben für ein Jahr berechnet ein Wachsthum bis zu 12″, solche, die alle 24 Stunden weggenommen werden, nur bis $7^1/_2$″, nach 36 Stunden rasirt nur bis $6^3/_4$″.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Eble*, Die Lehre von den Haaren in der gesammten organischen Natur, 2 Bde. Wien 1831; *Henle*'s allg. Anat. S. 305. — 2) *Müller*'s Archiv 1837, S. 37. — 3) So theilt uns *L. Landois* (*Virchow*'s Archiv Bd. 35, S. 575) die Untersuchung des in einer Nacht ergrauten Haares mit. Er fand keine Veränderung des Farbestoffes, sondern die Entwicklung reichlicher Luftbläschen im Haarschaft, deren Menge letzterem trotz des Pigmentes eine vorwiegend weisse Farbe verlieh. Das Auftreten derartiger Luftmassen erscheint räthelhaft. — 4) *Virchow*'s Archiv Bd. 37, S. 18 und Archiv von *Reichert* und *Du Bois-Reymond* 1871, S. 55. — 5) *Müller*'s Archiv 1850, S. 157.

§ 218.

Wie *Valentin* [1]) fand und später *Koelliker* in ausführlicher Untersuchung [2]) bestätigte, bilden sich die ersten Anlagen der Haare bei menschlichen Früchten am Ende des dritten und zu Anfang des vierten Monats, und zwar zunächst an Stirne und Augenbrauen. Es entstehen hier (Fig. 395) durch einen Wucherungsprozess der Zellen des *Malpighi*'schen Schleimnetzes (*b*) kolbige oder warzenförmige Zellenhaufen (*m*) von 0,0451^{mm}, welche schief in die Kutis sich einsenken, und den angrenzenden Theil derselben vor sich her einstülpen. Diese Zellen nehmen rasch an Zahl zu, so dass das Häufchen grösser und mehr flaschenförmig erscheint. Jetzt bemerkt man um das letztere herumgehend eine homogene, wasserhelle, dünne Membran (*i*), vermuthlich die glashelle Innenschicht des späteren Haarbalgs, um welche allmählich äusserlich die Lederhaut zu den peripherischen Theilen des Balges sich umwandelt. Bis zu dieser Stufe verhalten sich Haar und Schweissdrüsenanlage (§ 200) gleich [3]).



Fig. 395. Erste Haaranlage bei einem menschlichen Embryo von 16 Wochen. *a*, *b* Oberhautschichten; *m*, *m* Zellen der Haaranlage; *i* glashelle, sie überkleidende Hülle.

Während anfänglich unser ganzer Zellenhaufen gleichartig und solide erschien, macht sich bald eine Sonderung zwischen einem Axentheile und einer peripherischen Schicht geltend. Ersterer wird zum Haare und dessen innerer Wurzelscheide, letztere zur äusseren [4]). Die Zellen der zuletztgenannten Lagen verlängern sich querüber, während diejenigen des Axentheiles der Haaranlage in der Längsrichtung wachsen. So ist es in der 18ten Woche des Fruchtlebens der Fall, wo der Zellenhaufen schon eine Länge von 0,0226—0,0451^{mm} erreicht hat.

Bald beginnt in der inneren, unterwärts verbreiterten, nach oben zugespitzt auslaufenden (also kegelförmigen) Masse eine neue Sonderung, indem die Rindenschicht ihrer Zellen als innere Wurzelscheide glashell durchsichtig sich gestaltet, während die Axenpartie, welche zum Haarknopf und dem Haarschaft wird, dunkler bleibt. Die Haarpapille ist in dieser Zeit ebenfalls deutlich zu erkennen.

Das somit angelegte eigentliche Haar zeigt sich anfänglich kurz und mit sehr starker innerer Wurzelscheide versehen, aber ohne eine erkennbare Marksubstanz. Es nimmt allmählich eine grössere Länge an, dringt in die unteren Zellen der Epidermis ein, welche es entweder unmittelbar oder erst nachträglich, nachdem es sich umgebogen und in schiefer Richtung noch eine Strecke weit vorgeschoben hatte, durchbricht.



Fig. 396. Ausgezogene Augenwimpern des einjährigen Kindes mit einer Neubildung des Haares im Grunde des Sackes. *A* Frühere, *B* spätere Stufe; *a* äussere, *g* innere Wurzelscheide; *d* Knopf u. *e* Schaft des alten Haares; *i* Talgdrüsen; *k* Gänge von Schweissdrüsen; *c* trichterförmige Grube am Grunde der neuen Haaranlage, welche letztere in Fig. *A* bei *m* noch gleichartig sich zeigt, während Fig. *B* den Haarknopf *f*, Haarstamm *b* mit der Spitze *h* erkennen lässt.

Die anderen Haare entstehen ganz ähnlich, aber etwas später. Zu Ende des sechsten oder Anfang des siebenten Monats ist der Durchbruch der meisten Haare erfolgt. Die in solcher Weise hervorbrechenden Haare erscheinen dünn und hell.

Hinsichtlich der Neubildung von Haaren ist zu bemerken, dass schon während des embryonalen Lebens ein Theil der Wollhärchen ausfällt, und dem Fruchtwasser sich beimischt. Nach der Geburt gewinnt jener Haarwechsel an Ausdehnung; es entstehen neue Haare an der Stelle der alten. Auch in späterer Lebenszeit zessirt beim Menschen jener Neubildungsprozess nicht. Bei Säugethieren kommt bekanntlich ein periodischer ausgedehnter Haarwechsel vor.

Ueber diese Vorgänge ist leider noch keine Uebereinstimmung der Ansichten erzielt worden.

Koelliker beobachtete zuerst den Ersatz der Haare an den Augenwimpern des einjährigen Kindes (Fig. 396). Nach seinen Angaben bemerkt man, wie zunächst der Haarkolben von seiner Papille sich abgetrennt hat, und wie von letzterer aus die Anlage eines neuen Haares als keglige Masse (*A. m*) stattfindet, welche das alte somit von seinem Boden und bis in den Haarknopf verhornte gelöste Haar (*d. e*) vor sich liegen hat. Jene (*B*) wandelt sich in einen Haarknopf (*f*) und Haarschaft (*b. h*) mit innerer Wurzelscheide (*g*) in ganz ähnlicher Weise um, wie wir es bei der ersten Haaranlage des Fötus kennen gelernt haben. An dem älteren früheren Haare (*B. d. e*) schwindet schon anfänglich die innere Wurzelscheide, und das neue treibt seine Spitze neben dem vorgeschobenen älteren zur Oeffnung des Balges heraus, um nach dem Ausfallen des letzteren den Balg später allein zu behaupten. Man hat bei diesem Prozesse ein weiteres Herabwuchern des Haarbalges in die Lederhaut behauptet (*Koelliker*), eine Annahme, welche von andern Beobachtern bestritten wird.

Jene Neubildung des Haares von der alten Papille aus halten wir nach demjenigen, was wir selbst und Andere gesehen, für richtig. Ob damit jedoch das Ganze des Haarwechsels gegeben ist, steht anhin.

Nach den Angaben *Stieda*'s verkümmert dagegen die Papille eines Haares, welches abgestossen werden soll. Ein Rest jener indifferenten Bildungszellen, aus welchen wir die spezifischen Gewebe des Haares haben hervorgehen sehen (§ 214), bleibt im Grunde des Haarbalgs zurück, wuchert dann in die Lederhaut herunter, wird jedoch gleichzeitig durch eine von letzterer neugebildete Papille eingestülpt. Aus unsrer die Papille deckenden Zellenmasse entsteht das neue Haar.

Dass unter normalen Verhältnissen in späterer Lebenszeit die ganze Haaranlage mit Balg und äusserer Wurzelscheide sich neu zu bilden vermöge, ist wahrscheinlich; ja *Wertheim* glaubt für den Haarwechsel des Menschen ein solches

Verhältniss als Regel ansehen zu müssen. Doch bedarf der Gegenstand genauerer Prüfung.

Dagegen kommen solche pathologische Neubildungen der Haare und Bälge unzweifelhaft und unter sonderbaren Verhältnissen vor. Man begegnet ihnen auf Schleimhäuten, aber nur höchst selten, sowie auf der Innenfläche mancher Balggeschwülste oder Kysten in der Haut und dem Ovarium, wo die Kystenwand eine der äusseren Haut des Menschen gleiche Beschaffenheit annahm und nicht bloss Haare und Talgdrüsen, sondern auch Schweissdrüsen bildete [5]. Transplantationen der Haare nebst den Bälgen gelingen ebenfalls.

Zum Ausfallen bestimmten Haaren begegnet man allerdings häufig genug bei der Untersuchung der Bälge. Dieselben haben die Papille verlassen, auf welcher junge Zellen und Pigment zu erkennen sind. Der Kolben selbst bietet ein zerfasertes, besenartiges Ansehen dar, und ist gleich dem ganzen Haare bleicher und pigmentfrei [6]. Unter demselben erscheint dann wiederum eine bald kürzere, bald längere Verengerung von Wurzelscheiden und Balg. In letzterem kann man auf ein neugebildetes kleines Haar stossen [7].

Anmerkung: 1) Entwicklungsgeschichte S. 275. — 2) Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. 2, S. 71. Man vergl. ferner über Entstehung und Neubildung der Haare *Simon* in *Müller*'s Archiv 1841, S. 361; *Steinlin* (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. Bd. 9. S. 288); *Reissner* a. a. O.; *Remak* a. a. O. S. 98; *Langer* (Denkschriften der Wiener Akad. Bd. 1, Abth. 2, S. 1); *Wertheim* a. a. O.; *Kutznetzoff* in den Wiener Sitzungsber. Bd. 56, Abth. 2, S. 251; *L. Stieda* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1867, S. 517, sowie endlich eine ausführliche Arbeit von *Götte* im Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 4, S. 273. — 3) Doch wird dieses von *Götte* nicht bestätigt, welcher das anfängliche Vorhandensein der Haarpapille erkannte. — 4) Auch hier weicht die *Götte*'sche Auffassung ab. — 5) So entstandene Haare sind theils Wollhärchen, theils stärkere und von ansehnlicher Länge. Sie können abgestossen als knauel- und zopfartige Massen in der Kyste gelegen sein. — 6) Völlig anders fasst *Götte* das bekannte Bild auf. Er nennt jene Haare »Schalthaare«, und lässt sie unabhängig getrennt von Haarpapillen entstanden sein, für ihn gibt es also zweierlei Bildungsformen der Haare, Papillen-Haare und papillenlose, d. h. eben jene Schalthaare. — 7) Ueber senile Veränderungen der Haut und der Haare s. man *J. Neumann* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 59, Abth. 1, S. 47.

§ 219.

Die bisher geschilderten Gewebe verbinden sich in sehr manchfacher Weise und unter sehr verschiedenartiger äusserer Form mit einander zu den einzelnen Organen oder Werkzeugen des Körpers. Diese Organe, deren Leistungen von den Einzelleistungen der sie bildenden Gewebe bedingt werden, bieten einer Eintheilung gegenüber noch weit grössere Schwierigkeiten dar als die einzelnen Gewebe (§ 64), um so mehr als der Organbegriff gar nicht scharf gezogen werden kann. Vergleicht man die verschiedenartigen Werkzeuge des Organismus, so zeigen sie hinsichtlich ihres Aufbaues die allergrössten Differenzen. Ein Theil von ihnen erscheint in einfachster Weise nur aus einem einzigen Gewebe hergestellt; z. B. die Nägel, die Linse, der Glaskörper. Es kann somit ihre Leistung mit der physiologischen Energie des Gewebes geradezu zusammenfallen. Andere Organe aber sind Vereinigungen mehrerer, vieler, ja selbst der meisten Gewebe des Leibes. Es mag für letztere Beschaffenheit genügen an das Sehwerkzeug zu erinnern. So scheint sich, wie es auch bei der Klassifikation der Gewebe vorkam, der systematische Werth des Einfachen und Zusammengesetzten auch hier geltend zu machen. Indessen lässt sich dieses Prinzip durch das Heer der einzelnen Organe noch weniger scharf hindurch führen, als es bei den Geweben der Fall war.

Die Zusammenfassung der Organe zu den sogenannten Systemen des Körpers ist eine sehr gewöhnliche Klassifikation der Anatomen. Man versteht darunter eine Vereinigung von Körpertheilen, welche sich in Bezug auf ihre feinere Zusammensetzung, hinsichtlich ihres Gewebes, als gleichartig oder ähnlich ergeben. Man

gewann so die Begriffe von Nerven-, Muskel-, Knochen-, Gefässsystem etc. Man redet indessen auch von einem Verdauungssysteme, einem Geschlechtssysteme, wo dieses ähnliche Gefüge der einzelnen, das Ganze bildenden Theile in keiner Weise vorhanden ist. Durchmustert man die Lehrbücher, so stösst man dem entsprechend auf grosse Verschiedenheiten.

Am zweckmässigsten dürfte es sein, ein physiologisches Eintheilungsprinzip dem dritten Abschnitt unseres Buches unterzulegen, die alte Eintheilung der Organe in solche, welche dem vegetativen, und in solche, welche dem animalen Geschehen des Körpers dienen, zu benutzen. Allerdings lässt sich diese Grenzlinie ebenfalls nicht scharf ziehen; es kommen, wie es die wunderbare Verkettung der Körpertheile mit sich bringt, auch hier der Uebergänge gar manche vor. So treten Nerven und Muskeln in die Werkzeuge der vegetativen Sphäre ein, und umgekehrt Blut- und Lymphgefässe, Drüsen in animale Organe, und Anderes mehr.

Geht man vom letzteren Standpunkte aus, so gewinnt man als eine weitere Zusammenfassung den Begriff des Apparates, d. h. einer Anzahl mit einander zu einer grösseren physiologischen Gesammtleistung verbundener Organe. Die Begriffe des Systemes und Apparates können mit einander zusammenfallen, wie bei den knöchernen, muskulösen und nervösen Körpertheilen, müssen es aber nicht. So giebt es in unserer Auffassung wohl einen Verdauungs- und Respirationsapparat, nicht aber ein Verdauungs- und Respirationssystem. — Wir unterscheiden:

A. Der vegetativen Gruppe angehörig:

1) Kreislaufsapparat.
2) Athmungsapparat.
3) Verdauungsapparat.
4) Harnapparat.
5) Geschlechtsapparat.

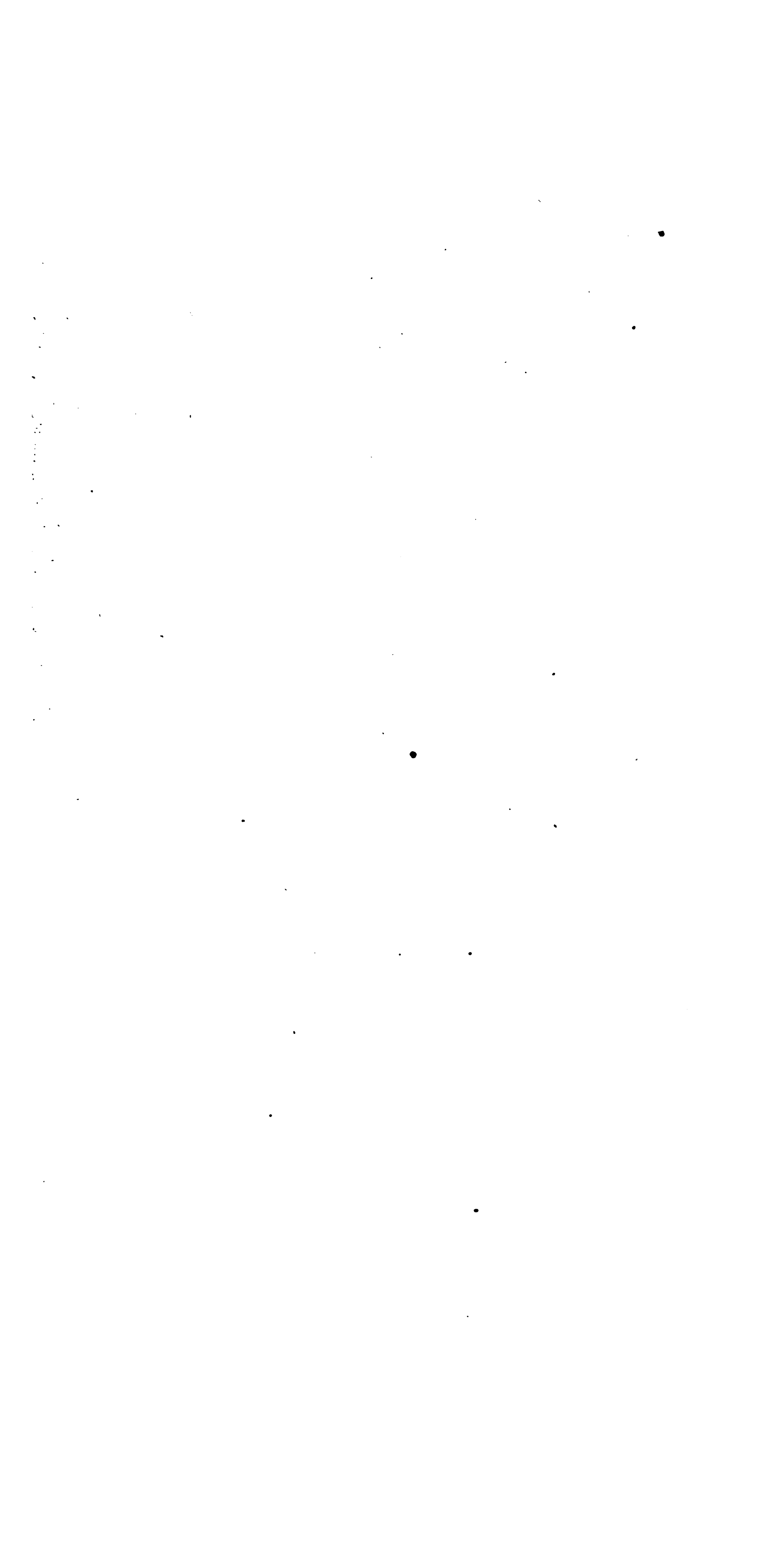
B. Der animalen Gruppe angehörig:

6) Knochenapparat oder Knochensystem.
7) Muskelapparat oder Muskelsystem.
8) Nervenapparat oder Nervensystem.
9) Sinnesapparat.

Da wir bei den einzelnen Geweben schon vielfach ihrer Anordnung zu Organen oder ihrer Beschaffenheit innerhalb zusammengesetzterer Werkzeuge gedenken mussten, wird die Erörterung dieses dritten Theiles, der topographischen Histologie, für die einzelnen Theile eine sehr ungleichförmige sein. Es wird sich wesentlich nur darum handeln, den feineren Aufbau zu schildern, und Dasjenige an mikroskopischem Verhalten einzelner Organe hinzuzufügen, was bisher noch nicht zur Sprache gebracht werden konnte.

III.

Die Organe des Körpers.



A. Organe der vegetativen Gruppe.

1. Der Kreislaufsapparat.

§ 220.

Da schon in dem zweiten Abschnitte unseres Werks (§ 201—211) die Blut- und Lymphgefässe ihre Erörterung fanden, handelt es sich hier nur noch um eine, allerdings umfangreiche Nachlese. Wir haben nämlich noch das Herz, die Lymphdrüsen und lymphoiden Organe mit der Milz, sowie den Rest der sogenannten Blutgefässdrüsen zu besprechen.

Das Herz, *Cor*[1]), das muskulöse Zentralorgan des Blutkreislaufs, besteht aus dem sogenannten Perikardium oder Herzbeutel, einem serösen Sacke, dessen schon früher S. 232 gelegentlich gedacht wurde, aus der Muskulatur und dem sogenannten Endokardium. Letzteres stellt die modifizirte *T. intima* grosser Gefässe (§ 204) dar, während die Fleischmasse unseres Organs den Muskelschichten der Gefässwand (§ 204) entspricht. Doch kommen der Modifikationen mancherlei vor.

Der Herzbeutel entspricht in seiner Textur den ächten serösen Säcken, besitzt ein dickeres, parietales und ein dünneres, viszerales Blatt. Letzteres hängt durch sogenanntes subseröses Bindegewebe mit der Fleischmasse des Organs zusammen, und zeigt namentlich in den Herzfurchen, bisweilen auch fast über die ganze Aussenfläche des Organs, Ansammlungen von Fettzellen (S. 206). Die Gefässe bieten nichts Besonderes dar, und die Nerven der parietalen Platte sind nach den Untersuchungen *Luschka*'s vom rechten *Vagus* (*Ramus recurrens*) und vom *Phrenicus* stammend[2]). Das Epithel ist S. 146 behandelt worden, der wässerige Inhalt des Herzbeutels S. 236.



Fig. 397. Herzmuskelfäden nach *Schweigger-Seidel*. Rechts erscheinen Zellengrenzen und Kerne.

Ebenso wurde beim Muskelgewebe der quergestreiften Muskulatur des unwillkürlich arbeitenden Organs gedacht (S. 299). Die Vereinigung dieser netzförmig verbundenen Muskelfäden (Fig. 397) ist eine eigenthümliche, indem mit

Ausnahme der *Trabeculae carneae*, *M. pectinati* und *papillares* keine bündelweise Verbindung, wie bei andern quergestreiften Muskeln getroffen wird, sondern die einzelnen Fasermassen, von spärlichem Bindegewebe zusammengehalten, dicht gedrängt gegen einander liegen. Bekanntlich ist die Muskelmasse an den einzelnen Herzabtheilungen von sehr ungleicher Stärke, am massenhaftesten im linken Ventrikel, dünn in den beiden Atrien und zwar am schwächsten im rechten Vorhof. Der Verlauf dieser Muskulatur ist im Uebrigen ein sehr verwickelter, so dass wir uns nur auf wenige Hauptpunkte hier beschränken müssen.

Man kann die Faserung des Herzens, welche für Vorhöfe und Kammern eine getrennte ist, in eine longitudinale und zirkuläre zerlegen. Es gelingt diese Unterscheidung jedoch nur mit einer gewissen Genauigkeit für die Atrien, nicht mehr aber die Ventrikel. Eigenthümlich ist ferner der Umstand, dass ein Theil der Muskelmasse den beiden Vorhöfen, ebenso ein anderer beiden Kammern gemeinschaftlich zukommt, während daneben noch jeder dieser vier Theile seine besondere Muskulatur besitzt.

Als Ausgangspunkte der Herzmuskulatur gelten die beiden ringförmigen Fasermassen, welche die *Ostia venosa* der Kammern umgeben, die sogenannten *Annuli fibro-cartilaginei*.

Sie bestehen aus einem sehr festen Bindegewebe mit feinsten elastischen Fasern. Stellenweise nimmt ihr Gewebe eine ähnliche Beschaffenheit an, wie sie das Perichondrium am Uebergang in das eigentliche Knorpelgewebe darbietet.

Von diesen Faserringen entspringen die Fleischfasern, und kehren, nachdem sie schleifenförmig einen der Herzräume umkreist haben, zu ihnen wieder zurück. Sonach werden sich Atrien wie Ventrikel im Momente der Kontraktion gegen diese Stelle, die Basis der Kammern, zusammenziehen müssen.

In den Vorhöfen treffen wir zunächst als innerste Lage längslaufende Bündel, welche vom *Ostium venosum* entspringen, und über demselben schlingenförmig eine Art von Gewölbe bilden. Im rechten Vorhofe ergeben sie in eigenthümlicher Ausbildung die *M. pectinati*. Umlagert wird diese Lage durch eine stärkere ringförmige Schicht, welche zunächst für jeden Vorhof eine besondere ist; dann aber, namentlich noch an der vorderen Fläche entwickelt, beiden Vorhöfen gemeinsam zukommt. Endlich umgeben ringförmig gruppirte Bündel die Venenmündungen, um sich noch eine Strecke weit über die Wand dieser Gefässe fortzusetzen.

Komplizirter ist die Anordnung der Kammermuskulatur. Man kann hier zunächst festhalten, dass dem linken Ventrikel einmal eine besondere Fleischmasse zukommt. Ebenso besitzt die rechte Kammer eine eigene Muskulatur, welche aber in ihrer Fortsetzung zur Verstärkung der Muskelmassen des linken Ventrikels benutzt wird; wie auch endlich Fleischbündel, welche aus dem linken Ventrikel kommen und in diesen zurückkehren, die rechte Kammer schleifenförmig umgeben.

Man bemerkt nämlich, wie vom linken Faserringe, ebenso der Aorta (und zwar im ganzen Umfang des Ventrikels), eine Anzahl längslaufender Fleischbündel entspringen, welche in der einen Wand, und zwar im Aussentheile derselben, herabsteigen, um an der Herzspitze umzubiegen, und jetzt in der inneren Fläche der gegenüberstehenden Wandung wieder zum *Annulus fibro-cartilagineus* zu gelangen. Bei dem schiefen Verlaufe kreuzen sich diese Schlingen, deren Gipfel an der Spitze des linken Ventrikels den sogenannten Herzwirbel herstellen. Auch im rechten Ventrikel treffen wir am *Annulus fibro-cartilagineus* auf einen Faserursprung. Der eine Schenkel läuft in einer ähnlichen Weise bis zur Spitze der rechten Kammer, geht dann aber nicht in der entgegengesetzten Wandung des gleichen Ventrikels zurück, sondern gelangt vielmehr in die Wand des linken Ventrikels, um in dieser bis zum linken Faserringe zu verlaufen, wo er endigt.

Zu dieser eigenthümlich, im Allgemeinen aber in der Längsrichtung verlaufenden Kammermuskulatur kömmt nun noch eine kreisförmige hinzu. Dieselbe

nimmt vom linken *Annulus fibro-cartilagineus* ihren Ursprung, und umgibt die linke Kammerwand in achterförmigen Touren, während andere der ebenfalls daselbst entspringenden Fleichbündel in einfacher Schleife den rechten Ventrikel umhüllen. Diese verschiedenen Fasermassen liegen zwischen den längslaufenden. Auch vom rechten *Annulus fibro-cartilagineus* nehmen, freilich in beträchtlich geringerer Menge, ähnliche Fasern ihren Ursprung, um in derselben einfachen Schleife die linke Kammerwand zu umziehen. Endlich haben wir noch kreisförmige Fasern, welche, vom rechten Faserring kommend und zu ihm wieder zurückkehrend, den *Conus arteriosus* umgeben.

Die Papillarmuskeln werden von den Fasern des longitudinalen wie queren Verlaufs hergestellt[3]).

Eigenthümliche Vorkommnisse der Herzmuskulatur stellen endlich gewisse, schon im Jahre 1845 beim Rinde, Schaf, Pferd und Schwein aufgefundene Gebilde dar, welche heutigen Tages zu Ehren des Entdeckers den Namen der *Purkinje*'schen Fäden[4]) tragen.

Es erscheinen dieselben als platte, graue, gallertige Fäden, welche an der Innenfläche der Ventrikel unmittelbar unter dem Endokardium sich netzartig ausbreiten, in die Papillarmuskeln eindringen, und brückenartig einzelne Vertiefungen der Herzwandung überspannen.

Die *Purkinje*'schen Fäden [welche man nachträglich auch noch beim Reh und der Ziege angetroffen hat[5])] stellen ein schwieriges und keineswegs schon hinreichend verstandenes Gebilde her. Man erkennt, wie sie aus Reihen neben und übereinander gelegener rundlicher, ovaler und polygonaler, gekernter Körper (der sogenannten »Körner«) bestehen. Zwischen letzteren gewahrt man ein komplizirtes Flecht- und Maschenwerk (die sogenannte »Zwischensubstanz«). Letzteres besteht aus bald dünneren, bald stärkeren Fäden quergestreifter Muskulatur, welche in die Herzsubstanz verfolgt werden können. Auch jene in ihren Lücken gelegenen zellenähnlichen Körper lassen häufig eine muskulöse Längs- und Querzeichnung erkennen, und vermögen endlich mit dem umgrenzenden querstreifigen Netzwerk zu stärkeren Muskelfäden zu verwachsen.

Wir betrachten das Ganze als ein sonderbar verwickeltes Geflechte einer mehr auf embryonaler Bildungsstufe verharrenden eigenthümlichen Herz- oder Endokardiummuskelmasse, und verweisen noch auf die Genese der letzteren (§ 172).

Anmerkung: 1) Man vergl. das grössere Werk von *Koelliker* Bd. 2, Abth. 2, S. 482; *Gerlach* S. 194; *Reid*'s Artikel: »*Heart*« in der Cyclop. Vol. 2, p. 577 und *Henle*'s Handbuch, Gefässlehre S. 1; *Schweigger-Seidel* im *Stricker*'schen Handbuch S. 177. — 2) Struktur der serösen Häute S. 75. — 3) Wir sind in dieser Darstellung derjenigen von *Meyer* (vergl. dessen Lehrbuch der Anat. 3. Aufl. S. 534) gefolgt. Zur Literatur seien erwähnt: *Ludwig* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift Bd. 7, S. 191 und *Donders* in der Physiologie Bd. 1, S. 14, sowie *Searle*'s Artikel: »*On the arrangement of the fibres of the heart*« in der Cyclop. Vol. 2, p. 619; *Winckler* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1865, S. 261 und 1867, S. 221. — 4) Zur Literatur der *Purkinje*'schen Fäden vergl. *Purkinje* in *Müller*'s Arch. 1845, S. 294; *Koelliker*'s mikrosk. Anatomie Bd. 2, Abth. 2, S. 494; *von Hessling* in der Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. 5, S. 189; *Reichert* im Jahresbericht für 1854, S. 53; *Remak* in *Müller*'s Arch. 1862, S. 231; *Aeby* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3 R., Bd. 17, S. 195; *Obermeier, De filamentis Purkinianis, Berolini* 1866, Diss., sowie in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Arch. 1867, S. 245 und 358; *M. Lehnert* im Arch. für mikrosk. Anat. Bd. 4, S. 26; *A. Frisch*, Wiener Sitzungsberichte, Bd. 62, Abth. 2, S. 341. — 5) Das Vorkommen der *Purkinje*'schen Fäden bei andern Thieren, wie dem Hund, Igel, Marder und dem Huhn (*Aeby*), sowie bei Gänsen und Tauben (*Obermeier*) ist mehr als zweifelhaft. Im Herzen des Menschen in den ersten Lebensmonaten, wo sie *Henle* (Gefässlehre S. 63) angibt, kann ich sie nicht auffinden.

§ 221.

Das Endokardium[1]) überzieht in sehr verschiedener Dicke das ganze Höhlensystem unseres Organs mit allen Unebenheiten und Vorsprüngen. Die ge-

ringste Mächtigkeit erreicht es als zartes Häutchen in den Ventrikeln, die grösste als derbe Membran im *Atrium sinistrum*.

Es besteht aus mehreren Schichten. Als Grundlage erkennt man die elastische Lage mit reichlichen elastischen Fasernetzen und einem entsprechend sparsamen Bindegewebe. Nach einwärts kommt eine besondere dichte Lamelle eines elastischen Netzes vor, welche dann eine Bekleidung von einfachem Binnenepithel führt (S. 146).

Die Aussenlage enthält in den Kammern noch glatte und quergestreifte Muskeln; in den Vorhöfen scheinen nur vereinzelte kontraktile Faserzellen vorzukommen (*Schweigger-Seidel*).

Die Klappen zwischen Vorhöfen und Kammern (*Valvula tricuspidalis* und *mitralis*) zeigen zunächst als stärkste Mittelschicht ein fibröses Gewebe, welches durch Fasern des *Annulus fibro-cartilagineus* und die flächenhafte Verbreiterung der Sehnen der Papillarmuskeln gebildet wird. Bekleidet ist die eine Fläche von dem mächtigeren Endokard des Vorhofes, die andern von dem dünneren der Kammer.

Von der Vorhofmuskulatur treten mit dem ersteren Endokard zugleich muskulöse Faserzüge in die Klappen ein [*Gussenbaur*[2])], und dringen bis zu verschiedenen Tiefen vor.

Das einfache Binnenepithel überkleidet endlich das Ganze. Auch die halbmondförmigen Klappen der Arterien (*Valvulae semilunares*) haben einen analogen Bau; die mittlere Lage ist aber dünner.

Die Blutgefässe des Herzens zeigen in der Fleischmasse die typische Form des gestreckten Maschennetzes (S. 382). Mehrere Haargefässe gehen unmittelbar in eine stärkere Venenwurzel über. Der Abfluss des Blutes ist also ein leichter. Das Endokardium führt im Allgemeinen nur in der unter ihm befindlichen Bindegewebeschicht Blutgefässe. Ebenso bemerkt man welche in den Atrioventrikularklappen, nicht mehr aber in den halbmondförmigen [*Gerlach*[3])].

Lymphgefässe kommen dem Herzen in beträchtlicherer Menge zu [*Eberth* und *Belajeff*, *Wedl*[4])]. Die beiden Blätter des Herzbeutels, ebenso das Endokard beherbergen dichte Netze feinerer oder weiterer Stämme. Im Innern der Vorhöfe erscheinen sie spärlicher als in den Ventrikeln. Dagegen fehlen sie den *Chordae tendineae*; auch die Atrioventrikular- und Semilunarklappen besitzen sie nur spärlich. Im Herzfleische scheinen sie weniger zahlreich vorhanden zu sein, als *Luschka* früher angenommen hatte.

Die Nerven des Herzens stammen vom *Plexus cardiacus*, welcher selbst von Fasern des Sympathikus und Vagus gebildet ist.

Es verlaufen die zahlreichen Nervenstämme mit den Blutgefässen, um sich in Kammern und Vorkammern zu verbreiten. Die Vorhöfe sind ärmer an Nerven als die Kammern und der linke Ventrikel überhaupt am reichsten. Die Herznerven erscheinen mehr grau, und bestehen aus feinen markhaltigen Röhren mit Zumischungen der *Remak*'schen Faserformation. Sie endigen zum grössten Theile in der Muskulatur; andere lassen sich bis in das Endokardium verfolgen. An keiner dieser beiden Lokalitäten gelang es bisher für Mensch und Säugethier, die Art des Endigens näher darzuthun[5]). Eigenthümlich ist das Vorkommen zahlreicher mikroskopischer Ganglien an den der Fleischmasse eingebetteten Nervenästen, namentlich in der Nähe der Querfurche und im *Septum ventriculorum*[6]).

Bekanntlich hat die Physiologie die interessante Entdeckung gemacht, dass jene beiderlei Faserelemente in ihrer Funktion sich ganz verschieden verhalten. Während nämlich diejenigen des Sympathikus die Kontraktionen der Herzmuskulatur bewirken, und in den eben berührten Ganglien unseres Organs ihre Erregungsstätte besitzen (so dass das ausgeschnittene Herz fort pulsirt), üben die Vagusfasern den entgegengesetzten Einfluss aus, indem sie gereizt die motorische Thätigkeit der sympathischen Elemente unterbrechen, so dass das Herz im Zustande der

Diastole zum Stillstande kommt [*E. Weber* [7])]. Es dürften hierbei die Vagusfasern in den Herzganglien, d. h. in deren Zellen endigen [8]).

Ueber die Mischungsverhältnisse des Herzmuskels s. man die Chemie des Muskelgewebes (§ 170 S. 302). Das bisher nur in jenem beobachtete Vorkommen von Inosit ist eine interessante Thatsache.

Der Bau der Arterien und Venen hat in § 203 und 204, derjenige der Kapillaren in § 201 und 202 seine Erörterung gefunden.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Luschka* in *Virchow*'s Archiv Bd. 4. S. 171; *Schweigger-Seidel* a. a O. S. 182. — 2) Wiener Sitzungsberichte Bd. 57, Abth 1, S. 1103. — 3) a. a. O. S. 205 und *Luschka* l. c. S. 181. — 4) Die Arbeit von *Eberth* und *A. Belajeff* findet sich in *Virchow*'s Arch. Bd. 37, S. 124, diejenige *Wedl*'s in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 64, Abth. 1, S. 402. — Frühere Angaben finden sich in den Werken *Teichmann*'s und *Luschka*'s (Anatomie des Menschen Bd. 1, Abth. 2). Wie *Eberth* und *Belajeff* berichten, hat schon dicht am Ursprung aus dem Herzen die Intima der grossen Gefässstämme alle Lymphgefässe verloren. Eine mächtige Entwicklung erreicht beim Menschen das lymphatische Netz über Fettzellenanhäufungen im subserösen Gewebe des Perikardium (*Wedl*). — 5) Endplatten im Herzmuskel des Kaninchens gab *Krause* (S. 332) schon vor Jahren an. Man s. noch *Schweigger-Seidel*'s Arbeit über das Herz S. 187. — 6) *Remak* in *Müller*'s Archiv 1844, S. 463; *Lee, Memoir on the ganglia and nerves of the heart. London* 1851 und *Cloëtta* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 3, S. 64. — Genau sind diese interessanten Ganglien namentlich beim Frosch erforscht. Vergl. *Volkmann*'s Artikel: »Nervenphysiologie« S. 497; *Wagner* im Handw. d. Phys. Bd. 3, Abth. 1, S. 452; *Ludwig* in *Müller*'s Archiv 1848, S. 139; *Bidder* ebendaselbst, Jahrg. 1852, S. 163, sowie im Jahrg. 1868, S. 1 der gleichen Zeitschr.; *Kölliker*'s Gewebelehre, 5. Aufl., S. 580. — Sie bestehen bei dem genannten Thiere wesentlich aus Zellen mit gerader und *Beale*'scher Spiralfasern (Fig. 306, S. 324); einzelne bipolare mit entgegengesetzten Ursprüngen gerader Nervenfasern kommen jedoch ebenfalls vor. — Die äusserlich über das Herz hinlaufenden und geflechtartig verbundenen Nervenstämme zeigen neben ächten ganglionären Anschwellungen andere von platter Gestalt, wie *Lee* fand und *Cloëtta* bestätigte (l. l. c. c.) Letztere sind indessen nur Perineuriumbildungen und keine Ganglien. — 7) Vergl. den Artikel »Muskelbewegung« im Handw. d. Phys. Bd. 3, Abth. 2, S. 42. Man wird an die analogen Verhältnisse der Gefässnerven der Speicheldrüsen (§ 209) erinnert, ebenso an die *Pflüger*'sche Entdeckung eines Stillstandes der peristaltischen Bewegungen der Därme durch Reizungen des Splanchnikus (s. Monatsberichte der Berliner Akademie. Juli 1855). — 8) *Koelliker* (a. a. O.) behauptete, dass im Froschherzen die Vaguszweige keinerlei Verbindung mit den unipolaren Ganglienzellen eingingen, sondern in gesondertem Verlauf die Ganglien nur durchsetzten. Hiergegen hat sich — und wir glauben mit Recht — *Beale* (*Philos. Transact. for the year* 1863. *P. II, p.* 361) opponirend erhoben. — Nach *Bidder* ist die *Beale*'sche Spiralfaser der Herzganglienzellen das Vagus-Element, und die gerade zur Muskelversorgung bestimmt.

§ 222.

Eigenthümliche Vorkommnisse im Körper der höheren Wirbelthiere sind die sogenannten Lymphdrüsen oder Lymphknoten [1]), bohnenförmige, ovale oder auch mehr rundliche blutreiche Organe, welche den Verlauf grösserer Gefässe unterbrechen. Man begegnet ihnen besonders zahlreich an den lymphatischen Stämmen der Eingeweide, sowie an solchen Lokalitäten, wo oberflächliche Lymphgefässe sich in tiefere einsenken. Nicht selten wird ein und dasselbe Gefäss in derartiger Weise mehrmals durch Lymphknoten unterbrochen, und wohl alle Stämme erfahren in ihrem Verlaufe von der Peripherie bis zum *Ductus thoracicus* hin wenigstens einmal diese Einschaltung. Ist der Lymphknoten (Fig. 398) nicht allzu klein, so senken sich in denselben, und zwar in seinen konvexen Theil, gewöhnlich mehrere zuführende Lymphstämmchen (*Vasa afferentia*) ein (*f. f*), und aus demselben treten mehrfach oder einfach (in der Regel in geringerer Zahl, aber mit stärkerem Quermesser) ausführende Röhren (*Vasa efferentia*) (*h*) ab. Dieselben pflegen an einer eingezogenen Stelle, wo auch die Einsenkung der grösseren Blutgefässe stattfindet, das Organ zu verlassen. Man nennt diese Lokalität den Hilus (bei *h*). Doch fehlt eine solche hilusartige Vertiefung andern Lymphknoten gänzlich.

Der Bau der Lymphknoten ist schwer zu ermitteln, und erst in neuerer Zeit ist uns eine genügendere Einsicht in denselben geworden. Hierbei hat sich ergeben, dass die uns beschäftigenden Organe einmal nach der Körpergrösse des Säugethiers und ihrem eigenen Volumen, sowie nach den verschiedenen Lokalitäten beträchtliche Differenzen darbieten, so dass z. B. der Bau eines grossen Lymphknotens beim Ochsen und einer kleinen Lymphdrüse beim Kaninchen und Meerschweinchen verschieden genug ausfällt. Hätte man dieses beachten wollen, so würden manche überflüssige Kontroversen vermieden worden sein.



Fig. 398. Durchschnitt einer kleineren Lymphdrüse in halbschematischer Zeichnung mit dem Lymphstrom. *a* Die Hülle; *b* Scheidewände zwischen den Alveolen oder Follikeln der Rinde (*d*); *c* Septensystem der Markmasse bis zum Hilus des Organs; *e* Lymphröhren des Marks; *f* eintretende lymphatische Ströme, welche die Follikel umziehen und durch das Lückenwerk des Marks strömen; *g* Zusammentritt der letzteren zum aufführenden Gefäss (*h*) am Hilus des Organs.

Ist der Lymphknoten nicht sehr klein und rudimentär, so unterscheiden wir an ihm eine grauröthliche, aus rundlichen Körperchen, den Follikeln (*d*), bestehende Rindenschicht und eine dunklere, aus den röhren- und netzartigen Fortsetzungen (*e*) jener Follikel hergestellte schwammige Markmasse.

Der Lymphknoten wird umschlossen von einer bald mächtigeren, bald schwächeren, mässig gefässreichen, bindegewebigen Hülle (*a*), bestehend aus gewöhnlichen Bindegewebezellen, fibrillärer Zwischenmasse und elastischen Elementen. Eine zusammenhängende Muskulatur kommt übrigens in dieser Hülle nicht vor. Nach aussen geht das betreffende Gewebe in formlose, nicht selten an Fettzellen sehr reiche bindegewebige Masse über.

Nach einwärts setzt sich die Kapsel in Gestalt eines bald einfacheren, bald verwickelteren, bald höchst ausgedehnten Septensystemes (*b. b. c*) fort, welches unter Spaltungen und Wiedervereinigungen das Innere des Organs in eine Anzahl mit einander kommunizirender Räume trennt, die dann vom lymphoiden Gewebe eingenommen sind.

Die Scheidewände kommen im Uebrigen in ihrer Textur mit dem Kapselgewebe überein. Sie bestehen aus faserigem Bindegewebe, zu welchem glatte Muskulatur [2]) sich hinzugesellt. Zuweilen, wie an den Inguinal-, Axillar- und Mesenterialdrüsen des Ochsen, ist diese letztere massenhafte (*His*). An der Grenze von Rinden- und Marksubstanz soll die Muskulatur eine vorwiegend radiäre Anordnung erkennen lassen (*Schwarz*). Unsere Scheidewände beginnen meist mit verbreiterter Basis zwischen den rundlichen Massen der Follikel, steigen zwischen den seitlichen Abfällen dieser senkrecht herunter, um weiter nach einwärts, wo, wie wir bald näher erörtern werden, das lymphoide Gewebe eine andere Anordnung gewinnt, ebenfalls zu ändern. Schon gegen die Grenze von Rinde und Mark treten ganz allgemein Zerspaltungen und Theilungen jener bindegewebigen Platten ein unter starker Abnahme der Dicke. Niemals aber wird der Follikel an dieser seiner Unterfläche von jenem Septensystem vollständig eingescheidet. Stets erhalten sich hier eine oder mehrere Lücken; bisweilen bleiben sogar sehr weite Strecken, wo das Follikelgewebe frei liegend die Markmasse unmittelbar berührt. Ebenso können die Septen, welche zwischen zwei Follikeln nach einwärts ziehen, Unterbrechungen zeigen, so dass jene durch mächtige Brücken lymphoiden Gewebes mit einander verbunden sind.

Anmerkung: 1) Die Literatur der Lymphknoten ist eine reiche. Mit Uebergehung älterer Arbeiten seien hier erwähnt *Ludwig* und *Noll* in *Henle's* und *Pfeufer's* Zeitschrift Bd. 9, S. 52; *O. Heyfelder*, Ueber den Bau der Lymphdrüsen. Breslau 1851. Diss.; *Koelliker's* Handb. d. Gewerbelehre, 1. Aufl., S. 561; *Brücke* in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie Bd. 10, S. 429 und Denkschriften Bd. 6, S. 129; *Donders* in *Nederl. Lancet*, 3. *Ser.*, 2. *Jaargang*; *Koelliker* in den Würzb. Verhdl. Bd. 4. S. 107; *Leydig* in *Müller's* Archiv 1854, S. 342 und dessen vergl. Histologie S. 404, 424; *Virchow* in den Gesammelten Abhandl, S. 190 und Cellularpathologie, 4. Aufl., S. 206; *Loeper*, Beiträge zur pathol. Anat. der Lymphdrüsen. Würzburg 1856. Diss.; *G. Eckard*, *De glandularum lymphat. structura. Berolini* 1858. Diss.; *Billroth*, pathol. Histol. S. 126, in *Virchow's* Archiv Bd. 21. S. 423 und in der Zeitschr. für wissensch. Zoologie Bd. 10, S. 62; *Henle* in seiner und *Pfeufer's* Zeitschr. 3. R., Bd. 8, S. 201; *Frey* in der Vierteljahrschr. d. naturf. Ges. in Zürich Bd. 5, S. 377 und Untersuchungen über die Lymphdrüsen des Menschen und der Säugethiere. Leipzig 1861; *W. His* in der Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. 10, S. 333, Bd. 11, S. 65; *Koelliker's* Gewebelehre 5. Aufl., S. 605; *Teichmann*, Das Saugadersystem S. 23; *W. Krause*, Anatom. Untersuchungen S. 115; *W. Müller* in *Henle's* und *Pfeufer's* Zeitschr. 3. R., Bd. 20, S. 119; *N. Kowalewsky* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 49. Abth. 2, S. 455; *F. v. Recklinghausen* im *Stricker'schen* Handbuch S. 238. — Ueber die Untersuchungsmethoden der nicht leicht zu bewältigenden Lymphknoten s. man *Frey's* Mikroskop, 5. Aufl. S. 235. — 2) Glatte Muskelfasern in Hülle und Septen geben *Brücke*, *Heyfelder* (und *Gerlach*), *His*, *Koelliker* an. Ich habe sie früher bei meinen Untersuchungsobjekten nicht mit Sicherheit zu erkennen vermocht. Man vergl. noch die genaue Prüfung bei *W. Müller*, ferner bei *E. Schwarz* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 55, Abth. 1, S. 680), ebenso die Bemerkung S. 290 Anm. 19 dieses Werks.

§ 223.

Durch unser Septensystem (Fig. 399. *b*. *c*) nun wird also der Rindentheil des Lymphknotens in eine grössere oder geringere Anzahl im Allgemeinen rundlicher Körperchen, die sogenannten Follikel[1]), abgetheilt. Letztere (Fig. 398. *d* und 399) berühren aber niemals die Oberfläche des Septum; stets bleibt vielmehr ein eigenthümlicher, bald engerer, bald weiterer Zwischenraum, der sogenannte Umhüllungsraum des Follikels hier übrig (Fig. 399. *i*).

Die Follikel selbst liegen bald gedrängter, bald etwas entfernter, und erscheinen entweder in einfacher Lage oder mit mehrfachen Reihen über einander gebettet. Hiernach wird die Mächtigkeit der ganzen Rindenschicht bei den einzelnen Lymphknoten sich recht verschiedenartig gestalten müssen.

Die Grösse der Follikel schwankt ferner nach den einzelnen Thierarten, ebenso nach Körperstellen. Sie beträgt 0,3760, 0,5639, 0,7512, 1,1279 ja 2,2558mm und mehr.

Die Gestalt der Follikel ist eine rundliche, nicht selten mit stärkerer Hervorwölbung an der Drüsenoberfläche. Indessen auch hier begegnet man manchen Abweichungen. Die meist gedrängte Gruppirung unserer Follikel in der Rinde pflegt eine gewisse Akkommodation mit sich zu führen, eine bald weniger, bald mehr ausgesprochene polyedrische Abplattung. Ebenso erkennt man vielfach die Follikel mit ihrem zentral gerichteten unteren Theile etwas

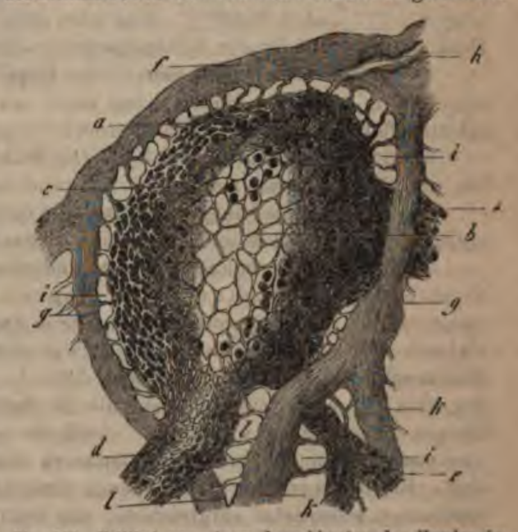


Fig. 399. Follikel aus einem Lymphknoten des Hundes im senkrechten Durchschnitt. *a* Retikuläre Gerüstemasse des mehr äusserlichen, *b* des inneren Theiles; *c* feinmaschige der Follikeloberfläche; *d* Ursprung einer stärkeren und *e* einer feineren Lymphröhre; *f* Kapsel; *g* Scheidewände; *k* Theilungen der einen; *i* Umhüllungsraum und dessen Spannfasern; *h* Vas afferens; *l* Befestigung der Lymphröhren an die Scheidewände.

zugespitzt, so dass das Ganze eine birnförmige Gestalt darbietet (Fig. 398). Schieben sich mehrere Reihen von Follikeln an einer Lymphdrüsenrinde in einander, so kann man noch stärkeren Variationen begegnen.



Fig. 400. Retikuläre Bindesubstanz aus dem *Peyer*'schen Follikel eines älteren Kaninchens; zugleich für dieselbe Substanz eines Lymphknotenfollikels brauchbar. *a* Die Haargefässe; *b* das bindegewebige Netzgerüste mit geschrumpften Zellenkörpern; *c* Lymphzellen.

Das Gewebe des Follikels (Fig. 400) kennen wir schon aus § 117 S. 198. Es ist retikuläre Bindesubstanz, das bekannte, durchaus kontinuirliche Zellennetz mit rundlichen, polyedrischen oder unbestimmt gestalteten Maschen, welches jedoch, was Zellenkörper, die Menge und Stärke der Ausläufer, sowie die Maschenweite betrifft, zahlreichen Schwankungen unterworfen ist. Diese Differenzen fallen mit den verschiedenen Altersstufen, mit dem Turgor der einzelnen Lymphknoten, mit pathologischen Reizungszuständen zusammen.

Untersucht man die Lymphdrüsen eines neugeborenen Kindes, so sieht man in einem Theile der Knotenpunkte einen deutlichen Zellenkörper mit einem prallen, 0,0045—0,0056^{mm} messenden Kern. Die Maschenweite des Netzes beträgt 0,0097 und 0,0160^{mm}; kann aber auch auf 0,0139—0,0226^{mm} sich erheben. Doch kann auch hier der Zellencharakter schon verwischter getroffen werden.

Bei Erwachsenen trifft man in der Regel in den wenig angeschwollenen Knotenpunkten entweder keinen Kern mehr an oder nur einen rudimentären, geschrumpften Nukleus. Die Maschenweite mag in ganz ungefährem Mittel zu 0,0113—0,0194^{mm} angenommen werden. Die Balken können noch fein, aber auch stärker und derber, sowie manchfach variirend hier getroffen werden.

Auch die Säugethiere zeigen uns die Gerüstesubstanz der Lymphdrüsen unter einem ähnlichen Bilde und ähnlichen Schwankungen.

Während das erwähnte Texturverhältniss sich leicht erkennen lässt, bietet die Frage nach der peripherischen Begrenzung des Follikels grössere Schwierigkeiten dar. Eine einhüllende Membran existirt hier sicher nicht. Man bemerkt vielmehr, wie das Zellennetz, welches in der Regel im Zentrum des Follikels am weitmaschigsten zu sein pflegt (Fig. 399. *b*), gegen die Peripherie hin engmaschiger wird (*a*), wobei sich meistens die bis dahin mehr rundlichen Maschenräume zu kleinen Längsspalten umformen. Auch die zellige Natur des Netzes verliert sich hier mehr und mehr, indem Balkenfasern mit reichlicher Astbildung zu bemerken sind. Endlich zur Oberfläche gelangt verlaufen jene Fasern, einem höchst dichten elastischen Fasernetze vergleichbar, die Krümmung der Follikeloberfläche einhaltend (*c*). Die von ihnen eingegrenzten kleinen spaltförmigen Maschenräume messen in der grössten Dimension gewöhnlich nur 0,0081—0,0065^{mm}. Solche Spaltöffnungen werden mit Leichtigkeit die Passage von Flüssigkeit, Fettmolekülen, ebenso auch den Durchtritt einzelner Lymphkörperchen gestatten müssen.

Was den schon oben genannten Umhüllungsraum betrifft, so erinnert derselbe,

wie wir später sehen werden, an den mancher *Peyer*'scher Drüsen, und kommt um jeden normal beschaffenen Follikel eines Lymphknotens vor, wenngleich er bei manchen krankhaften Strukturveränderungen unserer Organe verschwinden kann.

Er umgibt als zusammenhängende, keineswegs aber überall gleich breite durchsichtigere Schicht die ganze Oberfläche des Follikels (Fig. 398 und 399. *i*), und zeigt uns eine von 0,0194—0,0303^{mm} und mehr betragende Weite.

In ihm liegen in sehr wechselnden Mengen Lymphoidzellen. Entfernt man dieselben durch Auspinseln, so erkennt man in allen Umhüllungsräumen noch ein zweites Gewebeelement (*i*), ein System solider Fasern, welche von der Innenfläche der Kapsel und den Seitenflächen der Scheidewände entspringend in radialer Richtung zur Oberfläche des Follikels verlaufen, um in das hier befindliche, stark verdichtete, engmaschige Zellennetz sich einsenkend zu verschwinden. Von der Kapsel und den Balken der Scheidewände ausgehend, halten sie mithin die Gerüstemasse des Follikels befestigt und gespannt wie der Rahmen die Stickerei. In dieser Weise wird ein Zusammenfallen des so zarten follikulären Zellennetzes verhütet, und die feinen Spalträume der Follikeloberfläche in einem gewissen Zustande des Offenbleibens erhalten, Anordnungen, welche für den Lymphstrom und das ganze Leben der Drüse ihre Bedeutung besitzen. Die betreffenden Spannfasern des Follikels erscheinen entweder in Form kernloser, bald feinerer, bald stärkerer, sehr gewöhnlich spitzwinklig verästelter Fäden und Balken; oder in den Knotenpunkten jener spitzwinkligen Astbildung kommen Kerne vor, so dass auch hier ein System von Zellen vorliegt. So treten uns hier also abermals verschiedene Erscheinungsformen der so manchfaltig gestalteten retikulären Bindesubstanzgruppe entgegen[2].

Anmerkung: 1) Man vergl. über die im Text erwähnten Verhältnisse die Schilderungen von *His* und *Frey*. In den grossen follikulären Massen, wie sie die Rinde der Lymphknoten des Ochsen darbietet, scheinen Vereinigungen mehrerer Follikel durch eine engmaschigere Verbindungssubstanz vorzuliegen, so dass jene als hellere, durchsichtigere Körper hervorschimmern. *His* hat sie »Vakuolen« genannt. Man vergl. die später nachfolgenden, die übrigen lymphoiden Organe behandelnden §§. — 2) Anders fasst *Bizzozero* (*Sulla struttura delle ghiandole linfatiche comunicazione fatta alla R. Academia di Medicina di Torino.* 31 *gennaio* 1873) diese Verhältnisse auf. Nach seiner Ansicht liegen in den Lymphräumen der Rinde und auch des Markes (s. u.) die Zellen den Fasern nur äusserlich auf als platte lappige eingekrümmte Gebilde. Auch im eigentlichen Reticulum soll das Gleiche vorkommen. Man s. noch *Ranvier* in seinem und *Cornil*'s *Manuel d'histol. pathol. Deuxième partie, Paris* 1873, *p.* 586. In den Lymphräumen betrachtet der italienische Forscher diese Zellen als Endothel.

§ 224.

Wir wenden uns nun zur Markmasse der Lymphknoten.

Dieselbe kann in ihrer verwickelten Natur als Fortsetzung des kortikalen Septensystems, der Follikelsubstanz, ihrer Umhüllungsräume und Spannfasern betrachtet werden.

Sie bietet im Uebrigen bei der mikroskopischen Analyse manche Differenzen dar, verhält sich anders bei jungen Geschöpfen, wo sie oft allein in voller Ausbildung vorzukommen pflegt, als bei älteren und greisen Körpern, wo sie mehr oder weniger verkümmert getroffen wird. Ebenso zeigt sie nach den einzelnen Säugethierarten gewisse Verschiedenheiten. Endlich bietet die Marksubstanz der im Körperinnern gelegenen und namentlich dem Verdauungskanale angehörigen Lymphknoten in der Regel eine höhere Ausbildung und Entwicklung dar, als diejenige äusserlich befindlicher Organe, wie der Inguinal- und Axillardrüsen.

Beginnen wir nun mit dem bindegewebigen Septensystem. Dasselbe (Fig. 401. *c*), wenn es anders eine mittlere Entwicklung erlangt hat, ist die Fortsetzung der interfollikulären Scheidewände, und besteht aus zwar feineren, aber gedrängteren bindegewebigen Platten und Balken, welche von Strecke zu Strecke

meist unter spitzen Winkeln mit einander zusammentreten, oder in ähnlicher Form sich auch von einander entfernen. Schliesslich treten, und zwar nach der Gegend des sogenannten Hilus, d. h. da, wo das oder die austretenden Lymphgefässe unser Organ verlassen (bei *b*), die bindegewebigen Scheidewände wieder zu einer gemeinschaftlichen bindegewebigen Masse zusammen. Dieselbe zeigt jedoch in ihrer Mächtigkeit abermals die allerbeträchtlichsten Schwankungen. Während sie nämlich an manchen inneren Lymphknoten nur höchst unbedeutend getroffen oder geradezu vermisst wird, kann sie an anderen, namentlich äusserlich gelegenen, eine



Fig. 401.



Fig. 402. Lymphröhre aus einer Mesenterialdrüse des Hundes. *a* Haargefäss; *b* retikuläre Bindesubstanz, die Röhre bildend.

gewaltige Mächtigkeit erlangen, so dass sie das lymphoide Gewebe der Marksubstanz zu verdrängen beginnt. Man hat dieses aus dem Zusammentritt der Scheidewände entstandene massenhaftere Bindegewebe als **bindegewebigen Kern** (*Frey*) oder als **Hilusstroma** (*His*) beschrieben.

Was nun den wesentlichen, d. h. lymphoiden Theil der Markmasse betrifft (*e*), so erscheint derselbe in Form zylindrischer, röhren- oder schlauchförmiger Elemente, welche mit einander netzartig verbunden ein eigenthümliches schwammförmiges Gewebe formiren, dessen Lücken die Fortsetzungen der kortikalen Umhüllungsräume darstellen. Wir wollen jene zylindrischen Elemente mit dem Namen der **Lymphröhren** (**Markschläuche**, *His*) versehen, und jenes Lakunensystem zwischen denselben als **Lymphgänge der Marksubstanz** (**kavernöse Gänge**) bezeichnen.

Fassen wir nun zunächst die Lymphröhren (Fig. 402, 403, 404) ins Auge. Dieselben zeigen uns in ihrer Stärke ganz ausserordentliche Variationen, wie denn auch ein und dieselbe Röhre an den verschiedenen Stellen ihres Verlaufes einen sehr ungleichen Quermesser darzubieten vermag. Feine Lymphröhren können 0,0361^{mm}, ja noch beträchtlich weniger in der Quere messen, während andere das Doppelte und Dreifache an Stärke besitzen. Schon bei kleineren Säugethieren begegnet man solchen von 0,0902—0,1263^{mm}. In den grossen Lymphknoten des Ochsen können jene röhrenförmigen Elemente des Markes unter noch ansehnlicherer Stärke uns entgegen treten.

Geht man zur Textur der Lymphröhren über, so zeigt uns die künstliche Erfüllung der Blutbahn zunächst ein sehr auffallendes Bild. Alle Lymphröhren nämlich sind von Blutgefässen durchzogen, so dass sie wie lymphatische Scheiden um diese erscheinen. Je nach ihrer Stärke sieht man die Axe der Lymphröhre von einem Arterienästchen, einem Haargefässe (Fig. 402. *a*. 403) oder einem kleinen Venenzweige eingenommen. Besitzen die Lymphröhren, wie an den Knoten grösserer Geschöpfe, einen starken Quermesser, so wird ihr Gefässsystem ein verwickelteres (Fig. 404. *a*). Ein stärkeres arterielles oder venöses Gefäss hält auch hier die Axe ein, während der peripherische Theil von einem zu jenem Axengefässe gehörigen längsmaschigen Haargefässnetz durchlaufen wird.

Das Gewebe der Lymphröhre ist abermals retikuläre Bindesubstanz, ein Zellen- oder Balkennetz (Fig. 402. *b*), welches die Blutgefässe umscheidet und ihnen die Dienste einer Adventitia leistet. An dicken Lymphröhren erkennt man auch nach innen diesen retikulären Charakter; ebenso zeigt sich oftmals mit aller Deutlichkeit die Oberfläche in gleicher Weise netzartig durchbrochen. An feineren Lymphröhren, sowie bei denjenigen kleinerer Thiere, z. B. des Kaninchens (Fig. 403. *a*. *b*), kann die Aussenfläche mehr membranös und homogen sich gestalten, so dass man an das Bild einer gleichartigen Drüsenröhre erinnert wird. Die so wechselnde Natur der retikulären Bindesubstanz erklärt solche Verschiedenheiten in der Begrenzung unserer Lymphröhren.



Fig. 403. Lymphröhren *a a* aus der Markmasse des Pankreas Asellii vom Kaninchen mit einfachem Gefässe und deren Aeste *b*. *b*; *c* dazwischen befindliches stark ausgedehntes Zellennetz.

Wo kommen nun — fragen wir weiter — jene Lymphröhren her, welches ist ihr Ursprung? und wo gehen sie ferner hin, was wird schliesslich aus denselben?

Es ist verhältnissmässig leicht, den Ursprung der Lymphröhren aus den Follikeln zu erkennen (Fig. 405). An der unteren Fläche der letzteren nehmen sie (*d*. *e*) — und zwar, wie es scheint, stets in Mehrzahl — ihren Ausgang; das Follikelgerüste wird zum Balkennetz der Lymphröhre, und das Blutgefäss der letz-



Fig. 404. Aus der Marksubstanz einer Inguinaldrüse vom Rind (nach *His*). *a* Lymphröhre mit dem komplizirteren Gefässsystem; *c* Stück einer andern; *d* Scheidewände; *b* Verbindungsfasern zwischen Röhre und Septum.



Fig. 405.

teren tritt hier in den Follikel ein. Gerade aber an dieser Unterfläche ist das Septensystem sehr häufig recht unvollkommen (vgl. auch Fig. 401).

Gehen wir nun zur Erörterung der zweiten Frage über: Was wird aus den Lymphröhren? so konnte bei dem Parallelismus der letzteren mit den Blutgefässen nichts näher liegen, als der Gedanke, dass jene, nachdem sie zu immer grösseren Stämmen zusammengetreten, schliesslich in der Nähe des Hilus von den Blutgefässen sich trennen und so das *Vas efferens* herstellen möchten. Und in der That hat man diese ganz unrichtige Ansicht hier und da geäussert. Eine genaue Durchmusterung der Markmasse lehrt in völligem Gegensatz, dass das Netzwerk der Lymphröhren, wie es einerseits aus den Follikeln entsprungen ist, so auch andererseits (allerdings unter manchem Wechsel) wieder in andere Follikel sich einsenkt (Fig. 401). Es stellt mithin das ganze, so ausgebildete netzartige Röhrenwerk der Markmasse nichts anderes dar, als ein sehr komplizirtes Verbindungssystem zwischen den Follikeln eines Lymphknotens.



Fig. 406.

Wir haben also die Markmasse als ein Netzwerk der Lymphröhren kennen gelernt. Natürlich entspricht demselben ein ähnlich gestaltetes Netzwerk von Lücken. Durch diese Lakunen (bald den grössten Theil derselben (Fig. 406. *b*), bald nur eine Minderzahl) erstreckt sich das uns schon aus der früheren Erörterung bekannte System bindegewebiger Scheidewände. Aber wie in der Rindensubstanz ist es auch hier; die Scheidewände berühren die lymphoiden Theile nicht. Wie dort der Umhüllungsraum des Follikels blieb, so trennt hier überall ein bald grösserer, bald kleinerer Zwischenraum Lymphröhre und Scheidewand — oder wo die letztere fehlt, die benachbarten Lymphröhren selbst.



Fig. 407.

Wir haben nun den Inhalt dieser so übrig bleibenden Netzgänge der Markmasse zu untersuchen. Auch hier, wie im Umhüllungsraum des Follikels, begegnet man einer wechselnden Menge von Lymphkörperchen, welche der Pinsel entfernt. Dann aber bemerkt man, wie ein bindegewebiges Zellennetz, in Knotenpunkten, Kernen und Ausläufern wechselnd, mit weitmaschiger, zerstreuter Anordnung die Hohlgänge durchsetzt (Fig. 406. *h*. 405. *I*). Mit einem Theile seiner Fasern von den Scheidewänden entspringend, senkt es sich mit einem andern Theile in das Netzgewebe der Lymphröhre ein — oder beim Mangel einer Scheidewand verbindet es die eine Lymphröhre mit einer Nachbarin.

Man kann nicht selten in Mesenterialdrüsen, so im *Pankreas Aselli* des Ka-

ninchens, eine wie es scheint folgenreiche Beobachtung über jenes, die Hohlräume der Markmasse durchsetzende Zellennetz (Fig. 407. *c*) machen [1]. Die Zellenkörper erscheinen sehr prall und ausgedehnt, hüllenlos; die Ausläufer gleichfalls geschwellt, breit und dick. Neben einem saftigen Zellenkern liegen in Zellenkörper und Fortsätzen vereinzelte Lymphkörperchen (*W. Müller*, *Frey*). Sie können hier eingewandert, möglicherweise aber daselbst entstanden sein, eine Alternative, auf welche wir zur Zeit noch keine Antwort zu geben vermögen.

Verfolgt man jene netzförmigen Hohlgänge der Markmasse zu letzterer Oberfläche, so gelingt es leicht, namentlich wenn man sich an eine Scheidewand hält, zu erkennen, wie jene in die Umhüllungsräume der Follikel einleiten (Fig. 405).

Sonach hätte uns die Untersuchung der Lymphknoten ein durch die Scheidewände unvollkommen abgegrenztes System von Hohlräumen kennen gelehrt, welches durch die lymphoide Substanz — in der Rinde durch die Follikel, in dem Mark durch die Lymphröhren — eingenommen ist; stets jedoch in solcher Weise, dass die lymphoide Substanz das bindegewebige Scheidewandsystem nicht berührt. So bleibt also ein System schalenartiger Hohlräume um die Follikel (Umhüllungsräume) und ein System netzförmiger Hohlgänge um die Lymphröhren (Lymphgänge des Marks). Durch den ganzen, so unendlich komplizirten Hohlraum eines grösseren Lymphknotens erstreckt sich aber ein Netzwerk bindegewebiger Balken und Zellen, welches von den lymphoiden Theilen entspringt und, indem es an das Scheidewandsystem sich ansetzt, das ganze lymphoide Netzgerüste ausgespannt erhält.

Wir werden nun den belebenden Blut- und Lymphstrom unserer Organe aufzusuchen haben.

Anmerkung: 1) Das Netz, welches die Hohlgänge der Lymphknoten durchsetzt, fand zuerst *Müller* (a. a. O. S. 125) von einer eigenthümlichen Beschaffenheit beim erwachsenen Menschen. Neben den schon früher erkannten schmalen bindegewebigen Fasern und Bälkchen, sowie schmalen zelligen Elementen kamen (in kontinuirlichem Zusammenhange mit jenen stehend) andere Netze einer zarten feinkörnigen, den embryonalen Charakter tragenden Substanz mit eingeschlossenen Kernen vor. Letztere boten dann *Müller* Uebergänge zu fertigen Lymphkörperchen da.. Ich habe schon früher ein ähnliches Zellenwerk, das Fig. 407 gezeichnete, in der Markmasse von Mesenterialdrüsen beobachtet, ebenso bei der Chylusresorption Fettmoleküle in dem Innern erkannt, aber damals irriger Weise hierin ein System zelliger Hohlgänge zwischen den Lymphröhren sehen zu müssen geglaubt. Die Vermuthung *Koelliker*'s (Gewebelehre, 4. Aufl., S. 616), jenes ausgedehnte, Lymphkörperchen beherbergende Zellengerüste sei auf zusammengefallene Lymphröhren zu beziehen, bedarf keiner Widerlegung; ebenso wird ihn die Untersuchung von Gekrösdrüsen bei Fettverdauung die Fettmoleküle in jenen Zellenkörpern sicherlich sehr leicht sehen lassen.

§ 225.

Die künstliche Injektion der Blutgefässe der Lymphknoten gelingt verhältnissmässig leicht, und lehrt, dass unsere Organe ihren Blutbedarf von zweien, aber ungleich wichtigen Quellen erhalten. Stärkere Blutgefässe gelangen vom Hilus aus in das Septensystem und Drüsengewebe, und zwar ausnahmelos; andere und schwächere senken sich von der Kapsel her in das Innere ein. Doch ist die letztere Blutzufuhr möglicherweise nicht immer vorhanden, obgleich man sie mit dem grössten Unrechte gänzlich in Abrede hat stellen wollen [1].

In den Hilus treten nun zunächst ein oder mehrere Arterienstämmchen ein, um in dem hier befindlichen Bindegewebe ihre ersten Verzweigungen zu erfahren. Mit dem Bindegewebe gelangt ein kleinerer Theil jener Aeste in das System der Scheidewände, um mit diesen unter ferneren Zerspaltungen peripherisch zu verlaufen. Der grössere Theil jener Arterienzweige senkt sich aber in die Lymphröhren der Marksubstanz ein, und folgt mit seinen Theilungen deren Ausbreitungen. Bei schmäleren Lymphröhren, wie sie z. B. im *Pankreas Asellii* von Kaninchen

und Meerschweinchen vorkommen, ebenso auch den menschlichen Mesenterialdrüsen mehr zugehören, enthält in der Regel eine jede derselben nur ein einziges Axengefäss (kleine Arterie, Haargefäss oder Venenzweigchen). In den dickeren Lymphröhren begegnet man mehreren, oder — wie es die Inguinaldrüsen des Menschen und Lymphknoten des Ochsen zeigen — es beherbergen jene Elemente der Marksubstanz ein stärkeres (arterielles oder venöses) Axengefäss und ein äusserlich gelegenes, das letztere in zierlicher Weise umstrickendes, längsmaschiges Haargefässnetz (Fig. 406), dessen Röhren einen mittleren Quermesser von 0,0046—0,0090^{mm} darbieten. Von den äusserlichen Lymphröhren der Marksubstanz gelangen dann neben Haargefässen arterielle Zweigchen in die Follikel, und nehmen mehr deren Inneres ein, um in ein den ganzen Follikel durchsetzendes, beträchtlich weitmaschiges, ziemlich unregelmässiges Kapillarnetz auszugehen. Dieses zeigt an der Peripherie jenes, wo es überhaupt am entwickelsten ist, schleifenförmige Umbiegungen der Röhren und aus deren Zusammentritt entstehende, wieder mehr nach einwärts gelegene venöse Anfangszweige. Letztere senken sich beim Austritt aus dem Follikel in andere Lymphröhren ein, und kehren, die Anordnung der Arterien wiederholend, durch jenes Röhrenwerk zum Hilus zurück.

Die zweite Quelle der Blutzufuhr ist die Kapsel des Lymphknotens. Dieselbe wird nämlich von arteriellen, venösen und kapillären Gefässen durchzogen. Erstere bilden in den Grundtheilen der interfollikulären Scheidewände horizontal hinziehende Zweige, welche dann in feinere, die einzelnen Follikel umziehende Aeste zerfallen. Aehnlich verlaufen auch die Venen des Kapselgewebes.

Nach einwärts senkt sich der grössere Theil jener Hüllengefässe in die Scheidewände, um mit den vom Hilus her in letztere eingetretenen Gefässen zu kommuniziren.

Andere Zweige aber (seltener arterielle und venöse, am meisten Haargefässe) dringen in das follikuläre Gewebe selbst ein, indem sie ihren Weg durch stärkere Balken des Umhüllungsraumes oder der Scheidewände nehmen.

Wir werden später sehen, dass auch andere Organe, wie Milz, Leber und Niere, eine ähnliche Verbindung zwischen den Parenchym- und Kapselgefässen darbieten.

Auch zur Erkennung der Lymphbahn bedarf es der künstlichen Erfüllung. Dieselbe gelingt vom *Vas afferens*, wenn auch nicht leicht, sehr bequem dagegen durch das *Hyrtl*'sche Einstichverfahren unter die Kapsel. Es wurde aber erst im Jahre 1860 durch mich und sehr bald auch durch *His* der Lymphweg durch die Drüse festgestellt.

Die zuführenden Lymphgefässe (Fig. 408. *f. f*), treten einfach oder, was bei stärkeren Knoten der Fall zu sein pflegt, in Mehrzahl an das Organ. Bei verschiedenem Quermesser zeigen sie eine dünne Wandung und einen ansehnlichen Klappenreichthum. Den Lymphknoten verlassen einfach oder in Mehrzahl mit gleicher Struktur die *Vasa efferentia*. Sie können aus einer hilusartigen Vertiefung austreten; doch muss dieses nicht sein, und in letzterem Falle wird nicht selten die Entscheidung zwischen ein- und austretenden Lymphgefässen schwierig.



Fig. 408.

Treibt man vorsichtig von einem jener einführenden Gefässe die Injektionsmasse vor, so füllen sich mit grösster Leichtigkeit netzförmig kommunizirende, unter der Kapsel ver-

laufende Räume, welche ringartig die Follikel umgeben. Senkrechte Schnitte zeigen, wie der Injektionsstrom in die Tiefe gelangt, indem er den seitlichen Abfall je zweier Follikel bedeckt, und in der Mitte jenes Stroms tritt das Balkenwerk der interfollikulären Scheidewand hervor [2].

Dasselbe, was wir hier künstlich bewirkten, bringt auch die Natur zu Stande. Einige Stunden nach fettreicher Nahrungsaufnahme erfüllt der milchweisse Chylus in gleicher Weise die Rindensubstanz der Gekrösdrüsen [3].

Es bedarf nur einer sehr geringen Kenntniss der Lymphknoten, um sich sogleich zu überzeugen, dass die Injektionsmasse bei diesem ihrem ersten Eindringen in die Umhüllungsräume der Follikel gelangt ist und, diese füllend, die oben erwähnten 0,0162—0,0323—0,0483^{mm} breiten ringförmigen Netze der Oberfläche darstellt [4].

Nähere Prüfung lehrt nun, wie das einführende Lymphgefäss von der Stelle an, wo es in die Kapsel eingetreten ist, seine selbstständige Wand verliert, indem dieselbe mit ihren Aussenlagen in das Kapselbindegewebe sich auflöst, und entweder verästelt oder unverzweigt in Gestalt eines Hohlganges in den Umhüllungsraum einmündet. Das Ergebniss der Injektion erklärt sich somit leicht.

Als eine Modifikation möge hier noch der Umstand erwähnt werden, dass einführende Lymphbahnen erst noch eine Strecke die interfollikulären Scheidewände zu durchsetzen vermögen, ehe sie in die lymphatischen Hohlgänge des Knotens einmünden.

Erinnern wir uns ferner (§ 224), wie die Umhüllungsräume der Follikel unmittelbar in das netzartige Kanalwerk oder in die Lymphgänge der Marksubstanz sich fortsetzen, so kann über den weiteren Weg der Injektionsmasse kein Zweifel mehr herrschen. Sie erfüllt denn auch dieses Netzwerk der Lymphgänge, während bei Anwendung eines geringen Drucks die Lymphröhren des Marks farbefrei bleiben [5].

Dass aus unsern Hohlgängen des Marks das *Vas efferens* entstehen müsse, lehrt der Schluss der künstlichen Füllung, indem zuletzt die Masse in jenes übertritt. Ebenso gelingt es bisweilen, mit Ueberwindung des Klappenwiderstandes vom *Vas efferens* die Masse in den Lymphknoten zurückzutreiben. Solche retrograde Injektion leitet dann zunächst in jene Netzgänge zwischen den Lymphröhren des Marks und von da aus später in die Umhüllungsräume der Follikel.

Aber es ist schwierig, das Zusammenstossen jener medullären Lymphströme zu einem Zweige des *Vas efferens* zu sehen (Fig. 409).

Dasselbe pflegt, wie schon früher bemerkt, in das Bindegewebe der Hilusregion sich einzusenken und hier weitere Verzweigungen zu erfahren, welche nach der Grösse des Knotens und nach der geringen oder höheren Entwickelung jenes bindegewebigen Kernes sehr verschieden ausfallen können.



Fig. 409. Aus der Markmasse einer Inguinaldrüse (von einem grösseren Hunde). *a* Lymphröhren; *b* leere netzförmige Lymphgänge des Marks; *c* dieselben künstlich erfüllt; *d* Uebergang zum Anfang eines Aestchens des *Vas efferens*; *e* letzteres eingeschlossen in einem bindegewebigen Septum *f f*.

In Scheidewänden des Marks eingeschlossen verlaufen die letzten Verzweigungen des *Vas efferens* (*e*), bald engere, bald weitere Gefässe herstellend, deren Wand mit dem Bindegewebe fest verwachsen zu sein pflegt (*f*).

Endlich bei weiterem Vordringen in den Lymphknoten erkennt man, wie die Scheidewand, welche einen solchen Ausläufer des *Vas efferens* umschliesst, mehr und mehr in

einzelne Balkenzüge zerfällt, die sich trennen, so dass der Lymphstrom durch keine Hülle mehr zusammengehalten wird, und den netzartigen Charakter und die unregelmässigen Begrenzungen darbietet (*d*), wie sie die Hohlgänge des Marks (*e*) zeigen. Und in der That kann kein Zweifel bleiben, dass die Auflösung des ausführenden Lymphgefässes in die kavernösen Lymphströme des Marks hier vorliegt[6].

Im Uebrigen bemerken wir hier noch, dass die *Vasa efferentia* bei ihrem Austritt aus dem Lymphknoten mancherlei Variationen darbieten, welche mit der Grösse des Organs, der Entwicklung des bindegewebigen Kernes der Hilusregion zusammenfallen. So sah *Koelliker* am Hilus der grossen Mesenterialdrüsen vom Ochsen einen förmlichen Plexus eigenthümlicher, sehr stark geschlängelter und ausgebuchteter Gefässe, und auch *Teichmann* zeichnet recht komplizirte *Vasa efferentia*.

Wir dürfen also als Ergebniss der bisherigen Erörterungen den Satz festhalten: Das zuführende Lymphgefäss durchbohrt die Kapsel des Knotens, wird zum Kanal, und mündet in die Umhüllungsräume ein. Letztere leiten in die netzförmigen Lymphgänge der Marksubstanz über, und aus diesem Zusammentritt entstehen die in den Scheidewänden der Markmasse eingeschlossenen Anfänge des *Vas efferens*, welche (gleich den Septen zusammenstossend) dessen Stamm herstellen.

Es kann nach dem Erwähnten keinem Zweifel mehr unterliegen, dass in den Lymphknoten eigentliche selbstständige Lymphgefässe nicht mehr vorkommen, und dass gegentheilige Annahmen, wie diejenige von *Teichmann*, unrichtig sind. Andererseits kann aber auch eine vielfach verbreitete Annahme (welcher wir selbst Jahre lang zugethan waren), dass in den Lymphknoten nur lakunäre Strömungen vorkämen, in dieser Ausschliesslichkeit nicht mehr aufrecht erhalten werden. Die die Kapseln durchsetzenden Lymphbahnen sind nämlich, wie man sich leicht überzeugt, von den eigenthümlichen, platten, epithelienartigen Zellen, deren wir schon beim Gefässsystem (§ 208) gedachten, ausgekleidet (Fig. 410); ebenso der Umhüllungsraum, und zwar auf der Oberfläche der Scheidewände, der ihn durchsetzenden Spannfasern, sowie auf derjenigen des Follikels selbst (*His*). Ob die Lymphgänge der Markmasse die gleiche Zellenbekleidung tragen, steht noch anhin. Da man nicht allein bei künstlicher Injektion, sondern auch bei der Passage des Chylus kleine Körnchen (Farbestoffe, Fett) von der Peripherie gegen die Mitte des Follikels vordringen sieht, ebenso in den Lymphröhren, sowie in dem die Hohlgänge der Markmasse durchsetzenden Zellennetz erblickt, so bedarf der Gegenstand jedenfalls noch genauerer Untersuchung. Man weiss ferner, dass die Lymphe des zuführenden Gefässes nicht selten beträchtlich ärmer an Zellen ist, als diejenige des abführenden. Es wird deshalb kaum in Abrede zu stellen sein, dass aus der Gerüstemasse des Lymphknotens Lymphkörperchen der durchströmenden Flüssigkeit sich beigesellen. Der lebendige Formenwechsel letzterer Zellen, die damit verbundene Ortsbewegung (§ 49), sowie die gitterförmig durchbrochene Oberfläche von Follikel und Lymphröhre, der Umstand endlich, dessen wir in einem vorhergehenden § zu gedenken hatten, dass in den Gängen der Markmasse lymphkörperchenhaltige Zellennetze liegen — alles dieses spricht für jene Zumischung.



Fig. 410.

Unsere Kenntnisse über die N e r v e n der Lymphknoten sind zur Zeit noch äusserst gering. *Koelliker* fand an den grösseren des Menschen mit den Arterien in die Markmasse eindringend einige feine Nervenstämmchen, ebenso blasse *Remak*'sche Nervenbündel beim Ochsen.

Anmerkung: 1) Es ist dieses von His in seiner Arbeit geschehen. Schon *Koelliker* kannte die Kommunikation der Kapselgefässe mit dem Gefässsystem des Drüseninnern. Nachdem eigene Injektionen die Verbindung gelehrt, hat zum Ueberflusse noch *W. Müller* das Verhältniss bestätigt (a. a. O. S. 121). — 2) Indem an grösseren Lymphknoten fast allgemein mehrfache zuführende Lymphgefässe vorkommen, stehen dieselben durch die im Texte erwähnten oberflächlichen Netze in Verbindung. Sehr schön kann man durch doppelte Injektion zweier *Vasa afferentia* dieses darthun. — 3) Eine sehr schöne Abbildung einer solchen fetterfüllten Chylusdrüse des Kaninchens gab *Ecker* in s. *Icones physiol.* Taf. 5, Fig. 8. Derartige Organe setzten schon im Jahre 1853 *Brücke* in den Stand, den Chylusstrom wesentlich richtig mit den nachfolgenden Worten zu bezeichnen: »Der Chylus dringt aus den *Vasa inferentia* zwischen die Drüsenelemente ein, gelangt in die Poren der Marksubstanz, und tritt von da an der entgegengesetzten Seite wieder zwischen den Drüsenelementen hervor, um in die *Vasa efferentia* einzufliessen« (Wiener Sitzungsberichte Bd. 10, S. 429). — 4) Vergl. *Frey*, Untersuchungen S. 91. — 5) Es kann deshalb nicht mehr an der Passirbarkeit fester Körperchen durch die Lymphknoten gezweifelt werden. Wenn bei Tätowirungen die Moleküle des Farbestoffes in jenen Organen sich ablagern, so liegen hier andere Momente zu Grunde. Jeder, welcher Lymphknoten mit körnigen Massen injizirt und hinterher ausgepinselt hat, weiss wie hartnäckig stellenweise die Körnchen der Oberfläche des Umhüllungsraumes anhängen bleiben. Dass lymphoide Zellen Farbemoleküle in ihr Inneres aufnehmen, lehrte schon S. 78. Wie *Virchow* noch jetzt die Möglichkeit bezweifeln kann, dass Eiterzellen oder gar Zinnoberkörnchen einen Lymphknoten passirten, ist mir nicht recht verständlich. S. Cellularpathologie 4. Aufl., S. 223. — Die Selbstinjektion von Lymphknoten mit feinkörnigem Anilinblau beim lebenden Thiere gelang in neuester Zeit *C. Toldt* (s. Wiener Sitzungsberichte Bd. 57, Abth. 2, S. 203). Seine Ergebnisse stimmen mit denjenigen der künstlichen Erfüllung nach dem Tode überein. — 6) Nicht ohne Interesse ist die Möglichkeit eines rein oberflächlichen Lymphstromes durch den Knoten. Aus der Auflösung des *Vas efferens* leiten einzelne Bahnen alsbald nach Umhüllungsräumen der Follikel. Indem diese letzteren Hohlgänge, wie wir wissen, mit einander kommuniziren, und in sie die *Vasa afferentia* sich einsenken, kann einströmende Flüssigkeit nur durch jene Umhüllungsräume mit Vermeidung der Lymphgänge des Marks zum Abfluss gelangen. Schon vor längeren Jahren hat *Donders* diese physiologisch nicht unwichtige Beobachtung gemacht, welche ich bei späteren Untersuchungen bestätigen konnte.

§ 226.

Man nimmt seit längeren Jahren und wohl mit Recht auf physiologische Erfahrungen an, dass in den Lymphknoten eine rege Wechselwirkung zwischen Blut und Lymphe stattfindet. Das Gleiche lehren die Erfahrungen am Krankenbett, die bei Säfteveränderungen und entzündlichen Reizungen bald eintretenden Schwellungen und Veränderungen unserer Drüsen[1]).

So sehen wir denn die Lymphdrüsen des Menschen zahlreichen Strukturveränderungen unterworfen, von welchen freilich manche als Altersmetamorphosen betrachtet werden müssen.

Zu letzteren zählen die partielle Umwandlung des bindegewebigen Gerüstes in Fettzellen, der Uebergang der retikulären Bindesubstanz in gewöhnliches fibrilläres Bindegewebe und eine dadurch gesetzte allmähliche Verödung des ganzen Organs.

Eine dritte Umwandlung ist die Pigmentirung der Lymphknoten. Sie betrifft vorzugsweise die Bronchialdrüsen, und ist von gewissen Lebensperioden an ein fast regelmässiges, freilich auf sehr verschiedenen Stufen stehendes Vorkommniss, zu welchem entzündliche Reizungen der Brustorgane Veranlassung geben dürften. Aus einer allmählichen Umwandlung des Blutfarbestoffes mögen in manchen Fällen Körnchen des uns von S. 54 her bekannten Melanin hervorgehen. Indessen, wenn auch theilweise diese Herkunft schwarzer Farbekörnchen festgehalten werden muss, — in den meisten Fällen stammen sie aus einer anderen Quelle. Sie sind nämlich Kohle im Zustande feinster Vertheilung, als Lampenruss etc. eingeathmet und bis in die Lymphdrüsen weiter befördert [*Knauff*[2])]. Beiderlei Moleküle vermögen wir aber zur Zeit in irgendwie sicherer Weise noch nicht zu unterscheiden. Dieselben liegen ohne alle Gesetzmässigkeit theils im Innern von

Lymphkörperchen und eigenthümlichen schollenartigen Massen, theils in der Gerüstesubstanz der Septen und den Gefässwandungen. Zuweilen sind vorzugsweise die Follikel ergriffen; in andern Fällen die Lymphröhren des Marks. Geringe Grade dieser »Melanose« geben der Bronchialdrüse ein geflecktes und gesprenkeltes Ansehen; hohe Grade lassen das ganze Organ zuweilen gleichförmig schwarz erscheinen.

Bei entzündlichen Reizungen benachbarter Theile nehmen die Lymphknoten lebhaften Antheil. Die Maschen der Gerüstesubstanz werden enger, die Zellenkörper prall, die Kerne theilen sich, gewaltige Ausdehnungen der Haargefässe kommen vor; die Drüse kehrt gewissermassen zu jugendlichem Ansehen zurück. Später kann die retikuläre Gerüstesubstanz wuchernde Vergrösserungen erfahren, der Unterschied von Mark und Rinde sich verwischen, das lymphatische Kanalwerk verschwinden und das Organ funktionsunfähig werden.

Die Entstehung der Lymphknoten beim Embryo, sowie ihr Verhalten war bis vor Kurzem unbekannt. Nur dass sie den Ausgang vom mittleren Keimblatt mit dem ganzen Gefässsystem theilten, wusste man. Ihn hatte schon vor längeren Jahren *Remak*[3]) dargethan. Erst *Sertoli*'s und *Orth*'s Arbeiten[4]) haben hier einiges Licht verbreitet. Nach den interessanten (aber nicht erschöpfenden) Angaben des ersteren Forschers bemerkt man bei den Mesenterialdrüsen des Rindes zunächst, und zwar an der Stelle, wo sich später der bindegewebige Kern oder das *His*'sche Hilusstroma ausbildet, ein System von Lymphgängen. Um sie hebt sich ein an Lymphkörperchen reiches Bindegewebe allmählich ab, aus welchem anfänglich die Rindensubstanz, dann die Lymphröhren der Markmasse hervorgehen. Umhüllungsräume und kavernöse Gänge des Marks, die Hülle, ebenso das Septensystem und das retikuläre Gewebe kommen erst nachträglich zum Vorschein[5]).

Ueber die Mischungsverhältnisse der Lymphdrüsen wissen wir wenig. Sie enthalten als Zersetzungsprodukte eine sehr geringe Menge Leucin (*Städeler*), und können, wie es scheint, auch Harnsäure, Tyrosin (?) und Xanthin (?) führen[6]). Das spezifische Gewicht der menschlichen Lymphdrüse bestimmten *Krause* und *Fischer*[7]) zu 1,014.

Anmerkung: 1) Ueber die pathologischen Veränderungen der Lymphdrüsen vergl. man neben der Arbeit von *Löper* (a. a. O.) namentlich die Untersuchungen *Billroth*'s (Pathol. Histologie S. 123 und in *Virchow*'s Archiv Bd. 21, S. 423), ebenso die Monographie des Verfassers S. 72. Ueber die Melanose handelt *A. Rebsamen* (*Virchow*'s Archiv Bd. 24, S. 92). — 2) *Virchow*'s Archiv Bd. 39, S. 454. — 3) S. dessen Werk S. 104. — 4) *Sertoli* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 54, Abth. 2, S. 149; *J. Orth*, Untersuchungen über Lymphdrüsen-Entwicklung. Bonn 1870. Diss. — 5) *Teichmann* (in seinem Werk S. 23) lässt in ganz eigenthümlicher (und gewiss unrichtiger) Weise wenigstens einen Theil der Lymphknoten aus Knäueln oder Wundernetzen von Lymphgefässen hervorgehen, indem sich in den Hohlräumen jener Netze Ansammlungen von Lymphkörperchen einstellten. — 6) *Cloëtta* a. a. O. S. 222. — 7) a. a. O.

§ 227.

Mit den Lymphknoten theilen nahe Verwandtschaft eine Anzahl anderer Organe, welche theils aus vereinzelten, theils gedrängter und flächenhaft neben einander liegenden und durch eigenthümliche Verbindungsmasse zusammenhängenden Follikeln bestehen, und in Schleimhäuten oder submukösem Gewebe gelegen sind. Es zählen hierhin bei Mensch und Säugethier die sogenannten Trachomdrüsen oder lymphoiden Follikel der Konjunktiva des Auges[1]), die Zungenbalgdrüsen und Tonsillen[2]), unregelmässig vorkommende Follikel der Magenschleimhaut [linsenförmige Drüschen][3]), sowie die solitären und gehäuften oder *Peyer*'schen Drüsen[4]) des Darmkanals (Fig. 411). Als grosses massenhaftes Organ mit verwandtem Bau haben wir ferner noch die *Thymus* zu erwähnen. Man kann die ganze Gruppe mit Einschluss der Lymph-

knoten als lymphoide Organe bezeichnen. Zu ihnen kommt endlich, freilich wohl mit eigenthümlichem Verhalten, die Milz hinzu.

Bei allen erst genannten, den Schleimhäuten angehörigen Organen finden wir als wesentliches Gebilde den Follikel. Er stimmt in seiner Textur mit dem gleich benannten Elemente der Lymphdrüsen überein, und besteht wie dieser aus retikulärer, Lymphoidzellen beherbergender Bindesubstanz. (Vergl. Fig. 400 und Fig. 412). Diese gewinnt im Innern nicht selten einen losen weitmaschigen Charakter, während sie mehr nach aussen engere Netze und an der Oberfläche selbst nicht selten ein ganz ähnliches, höchst engmaschiges Gitterwerk bildet, wie wir es für den Lymphknoten (§ 223) kennen gelernt haben. Der Reichthum an Blutgefässen jener Schleimhautfollikel bietet eine gewisse Schwankung dar. In einzelnen, wie



Fig. 411. Ein *Peyer*'scher Drüsenhaufen des Kaninchens aus dem Dünndarm im Vertikalschnitt. *a* Darmzotten; *b*. *c* Follikel.



Fig. 412. Retikuläre Gerüstemasse zwischen den Follikeln des wurmförmigen Fortsatzes vom Kaninchen. 1 Tiefere Stelle im Horizontalschnitt. *a* Gerüstemasse; *b* Lymphkanäle, 2 Oberflächliche Partie. *a*. *b* wie 1; *c* Schleimhautgrube mit Zylinderepithelium.



Fig. 413. Querschnitt durch die Aequatorialebene dreier *Peyer*'scher Kapseln desselben Thieres, *a* Das Kapillarnetz; *b* die grösseren ringförmigen Gefässe.

z. B. denjenigen der Bindehaut des Auges, kommen nur spärlichere Kapillaren in weitmaschigem Netze vor, während andere ein höchst entwickeltes, zierlich regelmässiges Netzwerk mit einem radialen Charakter, namentlich im Querschnitte, erkennen lassen. Als Beispiel möge Fig. 413, ein so gewonnenes Präparat aus *Peyer*'schen Follikeln des Kaninchens, dienen.

Derartige Follikel, bald mehr kuglig, bald senkrecht verlängert, also längsoval, liegen entweder im Schleimhautgewebe selbst, oder ragen bei ansehnlicherer Länge in die Submukosa herunter. Ihr oberer Theil (die Kuppe [Fig. 414, *d*]) kann noch von einer dünneren Schicht Schleimhautgewebe bekleidet werden (Konjunktivafollikel [Fig. 415]), aber auch so weit vorgerückt sein, dass man allein

noch den Epithelialüberzug auf dem retikulären Gewebe antrifft (Tonsille, *Peyer*'sche Follikel [Fig. 414]).

In der mittleren äquatorialen Region (Mittelzone [Fig. 414. *e*]) geht der Follikel bald in sehr ausgedehnterer Weise, bald nur mit engerem Gürtel eine Verbindung mit der Nachbarschaft ein; entweder mit dem benachbarten Schleimhautgewebe, welches dann ebenfalls noch eine Strecke weit den retikulären Charakter darbietet und Lymphzellen beherbergt, oder mit benachbarten Follikeln. So sieht man z. B. in dem wurmförmigen Fortsatze des Kaninchens, einer gänzlich aus gedrängten längsovalen, schuhsohlenförmigen Follikeln bestehenden Darmpartie,

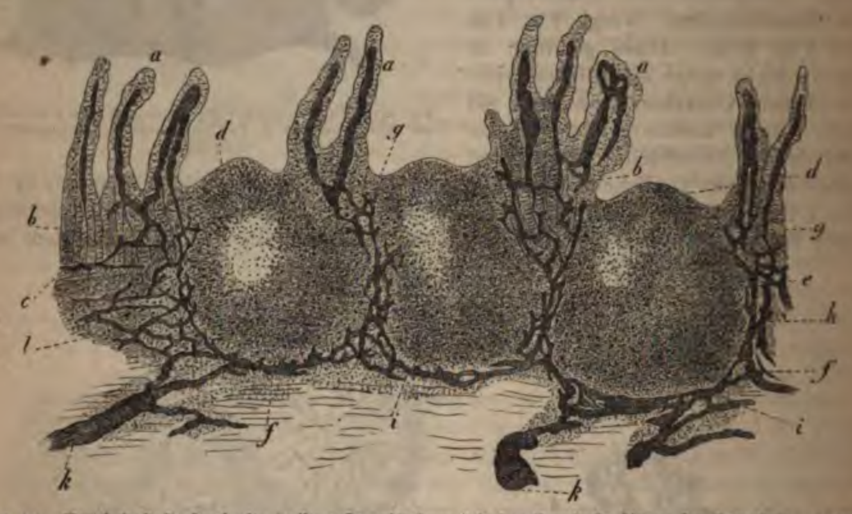


Fig. 414. Vertikalschnitt durch eine in ihren Lymphbahnen injizirte *Peyer*'sche Plaque des Menschen. *a* Darmzotten mit ihren Chylusbahnen; *b* *Lieberkühn*'sche Drüsen; *c* Muscularis der Schleimhaut; *d* Follikelkuppe; *e* mittlere Follikelzone; *f* Grundtheil der Follikel; *g* Uebergang der Chylusgänge der Darmzotten in die eigentliche Schleimhaut; *h* netzförmige Verbreitung der Lymphbahnen in der Mittelzone; *i* Verlauf am Follikelgrund; *k* Uebergang in die Lymphgefässe der Submukosa; *l* lymphoides Gewebe in der letzteren.

jene durch äquatoriale Gürtel lymphoiden Gewebes (Fig. 412) regelmässig verbunden, während die ganze untere Hälfte des Follikels (der Grundtheil) wie in einem Lymphknoten einen zusammenhängenden schalenartigen Umhüllungsraum darbietet. Ja die Verwandtschaft wird noch erhöht, indem auch hier ein System bindegewebiger Septen nicht fehlt, welches, aus der Submukosa entstanden, unter den Follikeln hinzieht, und mit senkrechten Scheidewänden zwischen diesen emporsteigt. Selbst die bezeichnenden Gefässzellen bekleiden abermals jene Räume (*His*).

Fehlen jene ausgedehnten schalenartigen Umhüllungsräume, so stehen die Follikel einer Gruppe in sehr ausgedehnter Weise durch retikuläre lymphoide Gerüstenmasse in Verbindung. Dieselbe bietet im Gegensatze zu der den Follikel selbst erbauenden einen engmaschigeren Charakter dar, so dass sie unter dem Mikroskop als undurchsichtigere festere Schicht erscheint, aus welcher heller und durchsichtiger die loser gefügten Follikel hervortreten (Tonsillen, Konjunktivafollikel).

Der Umhüllungsraum ist bei solchen Anordnungen nicht fehlend, aber in ein System engerer Gänge verwandelt, welche netzartig verbunden die Oberfläche des Follikels umstricken, wie ein Filet einen Kinderspielball.

Die Vermuthung, in jenen den Follikel umgebenden Bahnen Lymphwege vor sich zu haben, wird durch die Injektion zur Gewissheit (Fig. 414. 415). Von der Schleimhautoberfläche und der Follikelnachbarschaft überhaupt, z. B. bei vielen

Peyer'schen Drüsen von den benachbarten Darmzotten (Fig. 414. *a*), bei den Konjunktivafollikeln von der Schleimhautfläche, namentlich der Oberfläche der Verbindungsschicht (Fig. 415. *c*), leiten zuführende Lymphgefässe, welche die Stelle des *Vas afferens* des Lymphknotens übernehmen, an die Oberfläche des Follikels, bald mehr in einfacherer Art (415), bald unter netzartigen Verbindungen (414. *g*). Hier angekommen münden sie in den Umhüllungsraum oder dessen netzförmiges Aequivalent (Fig. 414. *h. i.* 415. *c*). Unter dem Follikel befindliche, recht manchfaltig gestaltete submuköse Lymphgefässe (414. *k.* 415. *a*) sind die Abflussröhren, entsprechend dem *Vas efferens* der Lymphdrüse — kurz die Parallele der Lymphknoten und jener Schleimhautfollikel ist eine fast vollständige. Sie stellen kleine, den Mukosen zukommende Lymphdrüsen dar, womit auch ihre pathologischen, denjenigen letzterer Organe verwandten Veränderungen in Einklang sind.



Fig. 415. Trachomdrüse des Ochsen mit injizirter Lymphbahn im Vertikalschnitt. *a* Submuköses Lymphgefäss; *c* dessen Ausbreitung zu den Bahnen des Follikels *b*.

Anmerkung: 1) Die Literatur der lymphoiden Konjunktivafollikel ist schon jetzt eine reichlichere. Man vergl. *C. Bruch* in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie B. 4, S. 297; *Stromeyer* in der Deutschen Klinik 1859, No. 25, S. 247; *Henle* in seiner und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R., Bd. 8, S. 201 und im Handb. d. Anat. Eingeweidelehre S. 142, *Krause*, Anat. Untersuchungen S. 145; *Frey* in d. Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. in Zürich Bd. 7, S. 412; *Kleinschmidt* im Archiv f. Ophthalmologie Bd. 9, Abth. 3, S. 162; *G. Huguenin*, Ueber die Trachomdrüsen oder Lymphfollikel der Konjunktiva. Zürich 1865. Diss., sowie (mit *Frey*) Zeitschr. für wissensch. Zoologie Bd. 16, S. 205; *P. Blumberg*, Ueber die Augenlider einiger Hausthiere mit besonderer Berücksichtigung des Trachoms. Dorpat 1867, Diss. und endlich *T. Mauchle*'s (werthlose) Arbeit in *Virchow*'s Archiv Bd. 41, S. 154. — 2) Ueber Tonsillen und Zungenbalgdrüsen ist zu vergleichen: *Koelliker*, Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 41; *Sachs, Observationes de linguae structura penitiori. Vratislaviae* 1856. *Diss.* und in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1859, S. 196; *Sappey* in den *Comptes rendus Tome* 41, *p.* 957; *Huxley* im *Micr. Journ.* 1855, *Vol.* 2, *p.* 74; *Billroth*'s pathol. Histologie S. 125; *Gauster*, Beobachtungen über die Balgdrüsen der Zungenwurzel in *Moleschott*'s Untersuchungen Bd. 4, S. 135; *Krause*, Anat. Untersuchungen S. 122; *H. Asverus* in den *Nova Acta Leopold. Tom.* 29. Jena 1861; *Frey* in der Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. in Zürich Bd. 7, S. 410; *Th. Schmidt* in d. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 13, S. 259. — 3) Ueber die Follikel der Magenschleimhaut ist nachzusehen: *Frerichs* (und *Frey*) in des Ersteren Artikel; »Verdauung« im Handw. d. Physiol. Bd. 3, Abth. 1, S. 743; *Henle* a. a. O. Bd. 8, S. 201. — 4) Ueber die Follikel des Darmrohrs vergl. man: *C. F. Böhm, De glandularum intestinalium structura. Berolini* 1835. *Diss.*; *Frerichs* (und *Frey*) a. a. O. S. 742; *Ziegler*, Ueber die solitären und *Peyer*'schen Follikel. Würzburg 1850. Diss.; *Brücke* im 2. Bande der Denkschrift. d. Wiener Akademie S. 21; *F. Ernst*, Ueber die Anordnung der Blutgefässe in den Darmhäuten. Zürich 1851. Diss.; *Basslinger*, Wiener Sitzungsberichte Bd. 13, S. 536 und Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 9, S. 299; *Heidenhain* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1859, S. 460; *Krause* a. a. O. S. 136; *Henle* a. a. O. S. 201; *Teichmann* a. a. O. S. 88; *His* in d. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. 11, S. 416; *Frey* ebendaselbst Bd. 13, S. 28 und *Virchow*'s Archiv Bd. 26, S. 344; *Koelliker*'s Gewebelehre 5. Aufl., S. 417; *Klein* und *Verson* in *Stricker*'s Handbuch S. 402

§ 228.

Die Thymusdrüse, *Glandula thymus*[1]), ein paariges Organ, nach Funktion unbekannt und nach dem noch nicht genügend ermittelten Bau einem Lymphknoten ähnlich, ist nur während der früheren Lebensperioden in voller Ausbildung vorhanden, um später einer mehr und mehr herein brechenden Bildung von Fettzellen zum Opfer zu fallen. Man trifft daher dieselbe nur ausnahmsweise einmal beim älteren Menschen noch in erkennbarem Zustande an.

Unser Organ zeigt bei exquisit lappigem Bau eine sehr gefässreiche bindegewebige Hülle. Da dieselbe die innere Masse nur lose umgibt, kann nach Trennung der Blutgefässe das Drüsengewebe jeder Hälfte in Form eines bandartigen Stranges entwirrt werden. Letzterer besteht überall aus einem Arterien- und einem Venenstämmchen, aus einigen sie begleitenden Lymphgefässen und einem eigenthümlichen Drüsengange, dem sogenannten Zentralkanal, welchem äusserlich die Drüsenlappen und -Läppchen aufsitzen. Das Ganze hat herauspräparirt (Fig. 416. 1) eine ansehnliche Länge. Im natürlichen Zustande liegt aber der Zentralkanal, der nach *His* beim Kalbe nur eine Weite von 0,7444^{mm} besitzt, in einer Art unregelmässiger Spirale gewunden, und die Lappen berühren sich innig.



Fig. 416. 1 Obere Partie der Thymus eines Schweinsfötus von 2″, der Strang mit hervorsprossenden Läppchen und Drüsenkörperchen. 2 Zellen der Thymusdrüse; meistens vom Menschen, *a* Freie Kerne; *b* kleine Zelle; *c* grössere; *d* grosse mit Fetttropfen (vom Ochsen); *e. f* ganz mit Fett erfüllte Zellen, bei *f* ohne Kern; *g. h* konzentrische Körper, *g* eine umkapselte kernführende Zelle, *h* ein zusammengesetztes Gebilde dieser Art.

Analysirt man weiter, so besteht jeder Lappen wieder aus kleineren Läppchen, und letztere, von bindegewebiger, gefässreicher Hülle umgeben, werden von kleineren, polyedrisch gegen einander liegenden Gebilden hergestellt, welche etwa 0,5640—1,1128^{mm} (beim Kalbe 1,1128—2,2256^{mm}) Grösse besitzen. Es sind dieses die Drüsenelemente, die sogenannten Körner oder Acini der Brustdrüse. Sie erinnern in ihrem ersten Ansehen an lymphoide Follikel. Indessen bei genauerer Prüfung ergeben sich bald wichtige Verschiedenheiten. Nach aussen werden zwar jene Acini der Thymus durch tief einschneidende Einkerbungen von einander getrennt, nach einwärts dagegen stossen sie (und zwar bei einem mittelgrossen Läppchen ihrer bis zu 50), an eine traubige Drüse erinnernd, zusammen. Dann — und hierauf ist grösseres Gewicht zu legen — erscheint das Thymuselement in seinem Innern hohl; die Höhlen der dickwandigen Acini eines Läppchens stossen wie bei einer traubigen Drüse zu einem gemeinsamen Hohlgang zusammen. Dieser verbindet sich mit demjenigen anderer Läppchen, und schliesslich vereinigt sich Alles in dem spiralig gewundenen gemeinschaftlichen Zentralkanal [2]) einer Organhälfte.

Auch in der Wand dieses gemeinsamen Ganges bemerkt man Ausbuchtungen oder ansitzende derartige Acini und Gruppen derselben, so dass seine Dicke an den einzelnen Stellen ganz ungleich sich gestaltet.

Was die Textur des Acinus betrifft, so ist die $^1/_4$—$^1/_3$ des ganzen Durchmessers betragende Innenhöhle von einem weichen dicken Gewebe begrenzt. Dieses besteht aus einem höchst engmaschigen Netzwerk sternförmiger Zellen der retikulären Bindesubstanz. Die kleinen Maschen sind auch hier wie beim lymphoiden Follikel durch eine Unzahl von Lymphkörperchen eingenommen. Ein sehr zartes Häutchen mit reichlichen Blutgefässen begrenzt die Oberfläche. Sehr reichlich und mit der bekannten Adventitia (§ 202) versehen erscheinen die Blutgefässe, welche das follikuläre Gewebe durchziehen. Mit Ausnahme einiger wenig stärkerer Stämmchen sind es Kapillaren von 0,0063—0,0068^{mm}. Die Injektion entfaltet dann ein zierliches Bild der Anordnung.

Aus den grossen Gefässen des Zentralstranges abzuleitende Adern gelangen in die Läppchen. Sie bilden hier beim Kalbe schliesslich zierliche ring- und bogenartige, den einzelnen Acinus umgebende Züge arterieller und venöser Zweigchen

(Fig. 417. *a. b*). Aus ihnen entspringen nach einwärts die Kapillaren (*c*), welche mit radialem Zuge ein elegantes Haargefässnetz durch die lymphoide Substanz zusammensetzen. Schlingenförmige Umbiegungen kommen gegen den zentralen Hohlraum vor (*d*). (*His*.)



Fig. 417. Stückchen der Kalbsthymus nach *His*. Die Ringe der Arterien- (*a*) und Venenzweigchen (*b*) mit dem Kapillarnetze (*c*) und den Höhlen der Acini (*d*).

In der Thymus des neugebornen Menschen findet sich bei ähnlicher Anordnung der Kapillaren in sofern eine Ausnahme, als zwar noch die Vene an der Peripherie des Acinus verläuft wie beim Kalbe, die Arterie dagegen völlig anders mit ihren Astsystemen den Innentheil des Drüsengewebes, dem Hohlraum nahe, einhält.

In den kleinen Maschen des Retikulum wollte man in eiweissartigem, klebrigem, saurem Fluidum freie Kerne in Menge beobachtet haben (Fig. 416. *a*); sicher ist das wesentliche Element eine kleine, 0,0074 ^{mm} messende einkernige, lymphoide Zelle (*b*). Grössere Zellen von 0,0046—0,0023^{mm} kommen viel seltener vor, und bieten uns dann mehrere Kerne dar (2 bis herauf zu 6 und 8). *Ecker* führt ferner als ein Rückbildungsphänomen die Einlagerung von Fetttröpfchen (*d*) in manchen Zellen an, welche später, wenn das Organ seinen Höhepunkt überschritten hat, zu einem einzigen, den ganzen Zellenkörper erfüllenden Fetttropfen zusammenfliessen sollen (*e. f*); ebenso will er in der alternden Zelle nicht selten einem Verlust des Kerns begegnet sein (*f*).

Sehr eigenthümliche und keineswegs an die Involution der Brustdrüse gebundene Gebilde sind die sogenannten konzentrischen Körper[3]).

Um Einzelzellen nämlich, welche nicht selten in Fettmetamorphose hier begriffen zu sein scheinen, oder um eine Zellengruppe kommt es zu einer Umlagerung konzentrischer fester Schichten, welche letztere bei genauerer Untersuchung in platte kernhaltige Zellen (wie Pflasterepithelien) sich auflösen lassen (*Ecker*, *Paulitzky*), so dass man an die den Pathologen bekannte Bildung des sogenannten Epithelialkrebses erinnert wird.

Kleinere jener Körper (*g*) zeigen einen bald mit Körnchen, bald zusammenhängender Fettmasse erfüllten, zuweilen noch kernführenden Zellenrest, umgeben von jener dicken geschichteten Schale, und erreichen so 0,0169—0,0208^{mm}. Grosse, bis zu 0,0593^{mm} messende Gebilde (*h*) entstehen dadurch, dass um mehrere der einfachen Körperchen nochmals dieselbe konzentrische Auflagerung sich wiederholt.

Leider fehlt uns noch eine genügende Kenntniss der Lymphwege in der Thymus. Dass in Begleitung der Arterien und Venen die Hauptstämme im Zentralstrang verlaufen, haben wir schon oben bemerkt; ebenso kennt man feinere lymphatische Gefässe. Dieselben stellen nach *His* im interstitiellen Bindegewebe der Läppchen nur zartwandige, letztere umziehende Röhren dar. Ja sie sollen nach jenem Forscher in etwa 0,0226^{mm} weite, mit lymphoiden Zellen erfüllte Gänge einleiten, welche vom Zentrum des Acinus herkommen. Diese Röhren würden für *His* eine Verbindung zwischen Zentralhöhle und Lymphgefäss herstellen, und die zelligen Elemente in die eigentlichen Lymphgefässe überführen.

Da sich durch den Einstich bisher keine Lymphwege der Thymus-Acini füllen liessen (wie ich nach eigenen zahlreichen Versuchen sagen kann), und da die Erwerbungen der Neuzeit über lymphoide Organe derartigen Anordnungen, wie

sie die *His*'sche Vermuthung für die Thymus ergäbe, nicht günstig sind, so erscheinen weitere Untersuchungen erforderlich.

Die Nervenverbreitung ist noch unbekannt.

Ueber die Mischung[4]) unseres Organes [dessen spezifisches Gewicht 1,046 nach *Krause* und *Fischer*[5]) beträgt] finden sich Angaben bei *Simon* und *Friedleben*. Ersterer bekam für das dreimonatliche Kalb einen Wassergehalt von circa 77%, etwa 4% einer eiweissartigen Substanz, Spuren von Fett und 2% Salze.

Es enthält die Thymusdrüse beim Kalbe nach *Gorup*, *Frerichs* und *Staedeler*, sowie *Scherer*[6]) Leucin in reichlicher Menge, Hypoxanthin und Xanthin, flüchtige Fettsäuren, und zwar Essigsäure und Ameisensäure, sowie ferner Bernsteinsäure und Milchsäure. Die Mineralbestandtheile bestehen vorwiegend aus phosphorsauren und Chloralkalien mit Ueberwiegen der Phosphorsäure und des Natron. Ebenso übertrifft die Menge der Magnesia diejenige der Kalkerde. Schwefelsäure ist nur spurweise vorhanden. Das Ganze erinnert an die Muskulatur. Interessant ist die Gegenwart der Ammoniaksalze [*Frerichs* und *Staedeler*[7])].

Die Entwicklungsgeschichte[8]) der Thymusdrüse wurde zuerst von *Simon* aufgeklärt und von *Ecker* bestätigt.

Beim Säugethier erscheint sie nach den bisherigen Forschungen in Gestalt eines langen, an den Karotiden gelegenen und geschlossenen Sackes, erfüllt von Zellen und körniger Inhaltsmasse. Durch eine Aussackung der Wand kommt es zunächst zur Bildung zahlreicher rundlicher Vorsprünge, in welchen die erste Andeutung der späteren Läppchen gegeben ist. Aus ihnen entstehen dann in Wiederholung des Prozesses schliesslich die Drüsenkapseln. Das Höhlensystem verdankt einer nachträglichen Verflüssigung seinen Ursprung. — Fig. 416. 1, die sich entwickelnde Drüse eines zweizölligen Schweinsembryo, kann uns den Vorgang versinnlichen, durch welchen übrigens der Bau zur Zeit der Reife leicht verständlich wird.

Die Rückbildung der Drüse geschieht unter Abnahme des Volumen, indem, wie schon bemerkt, sich auf Kosten des Drüsengewebes Fettzellen entwickeln, so dass man an eine verwandte Metamorphose der Lymphknoten (§ 226) erinnert wird. Dass daneben auch eine Fettdegeneration der Drüsenzellen vorkomme, ist, wie wir ebenfalls schon erfuhren, von *Ecker* behauptet worden. Die Zeit der Rückbildung scheint ziemlich verschieden auszufallen, vom 8ten und 12ten, aber auch 20sten und 25sten Jahre zu beginnen.

Anmerkung: 1) Vergl. *Haugstedt, Thymi in homine ac per seriem animalium descriptio anatomica. Hafniae* 1832; *Simon, A physiological essay on the thymus gland. London* 1845; *Restelli, De thymo observ. anat.-phys.-pathol. Ticini Regii* 1845; *Ecker*'s Artikel »Blutgefässdrüsen« im Handw. d. Physiol. Bd. 4, S. 114; *Koelliker*'s Gewebelehre 5. Aufl., S. 482 und daneben dessen mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 1, S. 333; *Handfield Jones* Artikel »*Thymus gland*« in der *Cyclopaedia Vol.* 4, *p.* 1087; *Jendrássik* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 22, S. 75; *Friedleben*, Die Physiologie der Thymusdrüse in Gesundheit und Krankheit. Frankfurt 1858; *His* in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 10, S. 341 und Bd. 11, S. 625; *Henle*'s Eingeweidelehre, S. 541; *Klein* in *Stricker*'s Handbuch S. 263 (Kompilation). — 2) Der Zentralkanal ist von *Simon*, *Ecker*, *Koelliker*, *Gerlach*, *His* angenommen und untersucht worden. Gegen seine Existenz haben sich erhoben *Friedleben*, *Jendrássik* u. A. Trugbilder eines solchen können allerdings die Berührungsstellen benachbarter Thymusläppchen mit den eingekerbten Oberflächen ihrer Acini ergeben. Eine geräumigere Höhle kommt dagegen allerdings der Thymushälfte nicht zu. — 3) Derartige Körperchen scheint zuerst *Hassal* (*The microscopical anatomy of the human body in health and disease. London* 1846, *p.* 46) gesehen zu haben, und zwar im Blute. Man vergl. dazu noch *Ecker* a. a. O. S. 116 und die Dissertation von *Paulitzky, Disquis. de stratis glandulae thymi corpusculis. Halis* 1863. — 4) Man vergl. hierzu die Werke von *Gorup* (S. 670) und *Kühne* (S. 414). — 5) a. a. O. — 6) *Gorup* in den Annalen Bd. 89, S. 114 und Bd. 98, S. 1; *Frerichs* und *Staedeler* a. a. O. Bd. 4, S. 89; *Scherer* in den Annalen Bd. 107, S. 314. — 7) Die *Friedleben*'schen Angaben weichen vielfach ab. Der Verf. will auch noch Zucker in der Thymus gefunden haben. — 8) *Simon* a. a. O.; *Ecker* l. c. S. 118. Man vergl. das *Remak*'sche Werk S. 39 u. 123, sowie die *Koelliker*'schen Vorlesungen über Entwicklungsgeschichte S. 391. Der Verf. nimmt auf seine Untersuchungen kleiner Rindsembryonen an, dass die erste Anlage der Thymus ein Zellenstrang sei, welcher dann durch einen Ausscheidungsprozess eine zarte wasserhelle Hülle erlange.

§ 229.

Wir haben zum Schlusse noch eines der lymphoiden Organgruppe angehörigen wichtigen Theiles, nämlich der Milz, *Splen*, *Lien*, zu gedenken.

Dieselbe war bei den grossen Schwierigkeiten, welche ihre Erforschung darbietet, bis zu einer nicht fernen Zeit sehr ungenügend erforscht geblieben. Gegenwärtig, durch mehrfache Untersuchungen, namentlich von *Gray*, *Billroth*, *Schweigger-Seidel*, ganz besonders aber von *W. Müller* [1]), ist uns der Bau in seinen Hauptzügen bekannt geworden. Derselbe erinnert in viel höherem Grade an diejenigen eines Lymphknotens, als es bei der Thymus der Fall war. Und in der That kann man wohl, wie ich nach Studien jenes Organs schon vor Jahren es aussprach, die Milz als eine Lymphdrüse betrachten, bei welcher das System der lymphatischen Gänge durch die Blutgefässe ersetzt ist; wir möchten sagen als eine Blutlymphdrüse.

Unser Organ zeigt demgemäss neben einer fibrösen Hülle mit einem Septen- oder Trabekelsystem, sowie einer bindegewebigen Scheidenformation der Gefässe ein drüsiges weiches Parenchym. Letzteres ist doppelter Art, einmal als lymphoider Follikel, dann als braunrothe, sehr vergängliche Masse, sogenannte Pulpa der Milz erscheinend. Während erstere Gebilde den gleichgenannten Theilen des Lymphknotens entsprechen, bildet die Pulpa eine Art modifizirter Marksubstanz.

Unterhalb des serösen Ueberzugs, der sich an unserm Organe bei Wiederkäuern isolirt darstellen lässt, dagegen mit der Unterlage beim Menschen verwachsen ist, erscheint die fibröse Hülle oder Kapsel der Milz. Dieselbe zeigt bei der mikroskopischen Untersuchung eine Verwebung von Bindegewebefibrillen mit vielen, vorwiegend feineren elastischen Fasern, sowie glatten Muskelmassen. Letztere Elemente sind bei manchen Säugethieren, beispielsweise dem Schafe, Hunde, Schweine, Pferde und Igel (namentlich in jenem tieferen Theile) reichlicher vorhanden; weniger schon bei andern, wie dem Ochsen. Es erscheinen dagegen diese kontraktilen Faserzellen bei dem Menschen nur sehr spärlich [2]).

Die Kapsel, welche die ganze Milz wie ein fester Sack umhüllt, schlägt an der Eintrittsstelle der Gefässe und Nerven, an ihrem sogenannten *Hilus*, sich nach innen um, und wird so zur Gefässscheidenformation. Sie begleitet die Verästelungen des Gefässsystemes, stärker und massenhafter um die arteriellen Gefässe als die venösen entwickelt, bis zu ihren feinen Verzweigungen. Sie bietet im Uebrigen nach den einzelnen Thieren beträchtliche Verschiedenheiten, Dinge, auf welche wir weiter unten zurückkommen müssen.

Neben den Gefässscheiden und mit ihnen zusammenhängend kommt noch eine andere nach einwärts gerichtete Fortsetzung der fibrösen Milzhülle, ihr Septensystem, vor. Dasselbe bietet aber nach den einzelnen Säugethieren ganz gewaltige Differenzen dar. Aehnlich wie bei den Lymphknoten erscheint es in den Milzen kleiner Säuger (wie der Maus und Ratte, des Eichhörnchens, des Meerschweinchens und Kaninchens) nur in sehr geringer Ausbildung, während grosse Thiere (Pferd, Schwein, Schaf, Ochse) jene Septen in höchster Entwicklung führen, und Mensch, Hund, Katze ein mittleres Verhältniss zeigen, so dass man an das Parallelverhältniss der Lymphdrüsen erinnert wird. Je zahlreichere Trabekel aber eine Milz besitzt, um so härter gestaltet sie sich.

Von der ganzen Innenfläche der fibrösen Hülle entspringen in wechselnder Entfernung, bald mehr unter rechten, bald mehr unter spitzen Winkeln eine Menge fibröser Stränge und Balken (von 0,1128—1,1279, ja 2,2556^{mm}). Dieselben, die Milzbalken, durchziehen unter den manchfaltigsten Theilungen und Wiederverbindungen unser Organ nach allen Richtungen, und stellen so (wenn anders jene Bildung ihre volle Entwicklung gewonnen hat) ein sehr komplizirtes Gerüste-

system der Milz her. Sie setzen sich dann wieder an das Gefässscheidensystem fest, oder gehen in letzteres, namentlich dasjenige der Venen (*Tomsa*) über.

In den zahllosen unregelmässig gestalteten, überall aber unter einander kommunizirenden Räumen ist das Drüsengewebe der Milz enthalten. Bei voller Entfaltung des Septensystemes gewinnt die Milz grosser Thiere hierdurch eine das Verständniss erschwerende Verwicklung des Baues. Wie bei den Lymphknoten sind daher auch hier die Milzen kleiner Geschöpfe als die zur ersten Untersuchung passendsten Objekte zu bezeichnen.

In ihrem feineren Bau kommen übrigens jene Trabekeln mit dem Kapselgewebe überein. Fest verwebtes weissliches Bindegewebe, Kerne, elastische Fasern kehren hier wieder. Zu ihnen können längsgerichtete muskulöse Elemente kommen. Sie finden sich entweder in allen Balken, so beim Schweine, dem Hunde und der Katze (*Koelliker, Gray*) oder, wie Manche annehmen, nur in den kleineren Trabekeln, so beim Ochsen und Schaf (*Koelliker, Ecker, Billroth*); noch mehr treten kontraktile Faserzellen beim Menschen zurück.

Anmerkung: 1) Aus der früheren und neuen Literatur vergl. man *G. Hewsonii opus posthumum, edid. Magnus Falconar. Lugduni Batav.* 1785; *J. P. Assolant, Recherches sur la rate. Paris* 1800; *J. Müller* in s. Archiv 1834, S. 80; *H. Giesker*, Splenologie. 1. Anatomisch-physiologische Untersuchungen über die Milz des Menschen. Zürich 1835; *Schwager-Bardeleben, Observationes microscopicae de glandularum ductu excretorio carentium structura. Berolini* 1841. *Diss.*; *A. Tigri, Nuova disposizione dell' apparecchio vascolare sanguegno della milza umana. Bologna* 1847, sowie *Bulletino delle scienze mediche di Bologna. Ser.* 3, *Vol.* 12, 1848 und *Il Progresso* 1849, No. 11—13, und in der *Gazetta medica italiana. Ser.* 2, *Tom.* 3. 1853; *Koelliker*'s Artikel: »Spleen« in der *Cyclopaedia Vol.* 4, *p.* 777, sowie dessen Gewebelehre 5. Aufl., S. 448; *Ecker*'s Artikel: »Blutgefässdrüsen« im Handw. d. Phys. Bd. 4, S. 130 und *Icones physiol. Tab.* 6; *Günsburg* in *Müller*'s Archiv 1850, S. 161; *Gerlach*'s Handbuch S. 236; *W. Sanders, On the structure of the spleen. Edingburgh* 1850; *Hlasek, Disquisitiones de structura lienis. Dorpati* 1852, *Diss.*; *Beck*, Untersuchungen und Studien im Gebiete der Anatomie. Karlsruhe 1852, S. 80; *Chalk* in den *Med. Times* 1852. 2, *p.* 8 und 1854. 2, *p.* 476. — Das Hauptwerk der fünfziger Jahre ist dann: *H. Gray, On the structure and use of the spleen. London* 1854. Man s. ferner *F. Führer* im Archiv f. phys. Heilk. Bd. 13, S. 149 und Bd. 15, S. 65; *G. Stinstra, Comment. phys. de functione lienis. Groningae* 1854; *A. Sasse, De Milt, beschouwd in hare Struktuur en hare physiologische betrekking. Amsterdam* 1855; *A. Crisp, A treatise on the structure and use of the spleen. London* 1857; *Leydig*'s Handbuch der Histologie S. 405 u. 424. — Von Wichtigkeit sind dann die schönen Untersuchungen *Billroth*'s in *Müller*'s Archiv 1857, S. 88, in *Virchow*'s Archiv Bd. 20, S. 409 und 23, S. 457, sowie endlich in der Zeitschrift für wiss. Zoologie Bd. 11, S. 325; *Henle* in seiner und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R. Bd. 8, S. 201; *H. Frey*, Mikroskop 5. Aufl., S. 283; *C. Wedl*, in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 64, Abth. 1, S. 291; *N. Kowalewsky* in *Virchow*'s Archiv Bd. 19, S. 221 und 20, S. 203; *F. Grohe* ebendaselbst Bd. 20, S. 306; *L. Teichmann*'s bekanntes Werk S. 95; *A. Key* in *Virchow*'s Archiv Bd. 21, S. 568; *F. Schweigger-Seidel* ebendaselbst Bd. 23, S. 526 und Bd. 27, S. 460; *L. Stieda* in *Virchow*'s Archiv Bd. 24, S. 450 und Ueber das Kapillargefässsystem der Milz. Dorpat 1862; *A. Timm* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 18, S. 165; *W. Basler* in d. Würzb. med. Zeitschrift Bd. 4, S. 220; *W. Tomsa* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 48, Ath. 2. S. 652; *Henle*'s Eingeweidelehre S. 546; *E. Kyber* Arch. für mikrosk. Anat. Bd. 6, S. 540 u. Bd. 8, S. 568. Das Hauptwerk aber (und wir folgen ihm im Texte vielfach) bildet zur Zeit noch immer die treffliche Monographie von *W. Müller*, Ueber den feineren Bau der Milz, mit 6 Taf. Leipzig und Heidelberg 1865. Man s. auch noch die kürzere Arbeit des Verf. im *Stricker*'schen Handbuch S. 251. Auf die merkwürdigen Wandlungen der Milz bei den verschiedenen Gruppen niederer Wirbelthiere können wir hier leider nicht eintreten. Wir müssen hier auf die Arbeiten von *Gray, Billroth*, ganz besonders aber von *Müller* verweisen. — 2) Ich glaubte sie früher in den Trabekeln der menschlichen Milz gesehen zu haben, was auch *Meissner* (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 2, S. 219) angibt, ebenso *Müller* und *Schwarz* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 55, Abth. 1, S. 684) bestätigen. Geläugnet wurden glatte Muskeln hier von *Koelliker* und *Gray*.

§ 230.

In dem Fachwerk des § 229 geschilderten Trabekelsystems der Milz liegt nun der drüsige oder lymphoide Theil. Derselbe besteht, wie wir bereits erfah-

ren haben, aus einem den Lymphröhren des Marks ächter Lymphknoten verwandten, aber nicht identischen Netzwerk von Strängen oder Balken, den Pulparöhren. In demselben eingebettet und mit ihm zusammenhängend liegen in grosser Menge lymphoide Follikel, schon vor Jahrhunderten durch *Malpighi* gesehen und zu seinen Ehren *Malpighi*'sche Körperchen genannt (Milzkörperchen, Milzbläschen). Sie nähern sich beträchtlich den Follikeln der Lymphdrüse, stehen aber nicht peripherisch zu einer Rindenschicht gruppirt, sondern kommen zerstreut durch alle Stellen der Milzpulpa vor. Eigenthümlich ist ihre Verbindung mit dem arteriellen Gefässsystem, weshalb wir diesem zuerst ein paar Worte zu schenken haben.

Nur seltener, wie bei den Wiederkäuern, erfolgt der Eintritt der *Art. linealis* mit einem einzigen Stamm, in der Regel mit mehreren. Die ersten gröberen Verästelungen bleiben dann im Innern des Organs mit ihren Zweigsystemen für sich. Hieran reiht sich alsbald eine weitere Verästelung in ausgedehnter Weise, so dass schliesslich die verfeinerten Gefässe in eine Anzahl Endäste zerfallen, welche man schon seit alten Tagen mit den Haaren eines Pinsels verglichen hat. Treffender ist der Vergleich jener »*Penicilli*« mit den Aesten eines entlaubten Weidenbaumes. Fig. 418 kann uns diese Anordnung einigermassen versinnlichen.



Fig. 418. Aus der Milz des Schweines. Ein Arterienast *a* von der Scheide umhüllt, mit seinen Zweigen *b* und den ansitzenden *Malpighi*'schen Körperchen *c*.

Zieht man einen derartigen Ast aus dem Gewebe der Milz hervor, so erkennt man an ihm jene Follikel. Mit weisslichem Ansehen hängen sie den feinen arteriellen Zweigen an, wie die Beeren dem Stiel einer Traube. Entweder sitzen sie dem arteriellen Aste seitlich auf, oder letzteres durchsetzt ihr Inneres, oder endlich der Theilungswinkel eines derartigen Astsystemes wird in grösserer Länge von ihnen umlagert. Ihre Form ist bald eine rundliche, bald gestrecktere.

Derartige Milzkörperchen finden sich nun bei allen Säugethieren, wenn auch manchem Wechsel unterworfen. Wenig deutlich pflegen sie aus dem menschlichen Organ hervorzutreten, so dass man sie an Leichen, welche längeren Krankheiten unterlegen sind, in früherer Zeit häufig vermisst haben wollte, während man sie nach plötzlichen Todesarten deutlich auch ohne Mikroskop erkannte, ebenso in der Regel in kindlichen Leichen [*von Hessling*[1]]. Man durfte sie deshalb schon vor längeren Jahren als integrirende Bestandtheile auch der menschlichen Milz betrachten.

Untersucht man die Gefässausbreitung vom Hilus aus in das Innere des Organs, so bemerkt man, dass dieselbe bei den einzelnen Thieren sehr verschieden sich gestaltet. Nicht minder different fallen die Gefässscheiden jener Röhren aus. Sehr unentwickelt beim Meerschweinchen, Kaninchen, Eichhörnchen, dem Murmelthiere, gewinnen sie bei andern Geschöpfen, wie Hund und Katze, ansehnliche Entwicklung. Hier treten die Arterien mit mehreren Zweigen in die Milz ein; jeder Ast von einer Vene und einem oder zwei Nervenstämmchen begleitet. Arterie wie Vene empfangen beim Eintritt die Gefässscheide, aber nicht in gleicher Weise. Um die Arterie ist dieselbe locker und nur eine kürzere Strecke weit unverändert sich fortsetzend, vielmehr bald eine eigenthümliche lymphoide Umwandlung erfahrend. Die Vene dagegen wird weit länger von einer strafferen mit der Gefässwand

verwachsenen Umscheidung begleitet. An kleinen Venenzweigen fasert letztere sich zu einzelnen Bindegewebezügen auf, welche in Milzbälkchen sich einsenken. Abweichungen zeigen dann die Wiederkäuer, ebenso das Schwein [2]).

Beim Menschen gelangen Arterien und Venen schon zu 4—6 Aesten gespalten in die Milz. Sie sind bis zu Zweigen von etwa 0,2030^{mm} in einer gemeinschaftlichen Scheide, welche anfänglich bis zu 0,2256^{mm} Dicke besitzt, enthalten. Nach und nach ist jene Scheidenbildung bis auf 0,1128^{mm} verschmälert, wobei Arterien von 0,2256 und Venen von 0,4512^{mm} eingehüllt werden. Allmählich trennen sich dann jene arteriellen Aestchen mit ihrer Scheide von der begleitenden Vene, und verzweigen sich selbstständig. Ueber den Venenast erstreckt sich die einfache Scheidenbildung noch etwas weiter. Schliesslich fasert auch sie sich auf, um in das Trabekelsystem des Organs überzugehen (*W. Müller*).

Jene Gefässscheiden haben zunächst den feineren Bau der Trabekel.

Da aber, wo es zu einer Trennung des arteriellen Zweiges vom venösen kommt, wird die Struktur der arteriellen Scheide eine andere; ihr faseriges Bindegewebe ändert sich zu retikulärer, lymphoider Bindesubstanz um, womit dann gewöhnlich eine Volumzunahme Hand in Hand geht, und die fortschreitende Umwandlung von aussen her nach einwärts endlich auch die Arterienhülle ergreift. In weiterem Fortgange leitet dann eine derartige Umformung, jene »Lymphscheidenbildung« der Arterien, zu mehr umschriebenen stärkeren Auftreibungen von verschiedener Form und diese führen endlich zu den *Malpighi*'schen Körperchen der Milz (Fig. 419. *a*). Letztere in ihren verschiedenen rundlichen oder länglichen Gestaltungen und mit einem Durchmesser von 0,2256—0,7444, (im Mittel 0,3609^{mm}) gehen also aus jenen lymphoid infiltrirten Arterienscheiden hervor, und lassen gegen diese keine scharfe Grenze erkennen.



Fig. 419. Durchschnitt einer Kaninchenmilz. *a Malpighi*'sche Körperchen; *b* das Netzgerüste der Pulpa, mit den vom venösen Blutstrom erfüllten Lücken.

Arterienzweige von 0,1579 und 0,0993^{mm} Quermesser bis herab zu solchen von 0,0203^{mm} pflegen jene Veränderung der Scheide zu besitzen, und können alle eine mächtige Volumzunahme durch die Bildung jener lymphoiden Massen gewinnen.

Indem aber die Lage der Arterie in einer solchen infiltrirten Scheide keineswegs gleich ausfällt, gewinnen wir weitere Differenzen. In jenen länglichen Massen kann sie durch die Axe, aber auch mehr seitlich verlaufen. Auch in zu Follikeln umgewandelten Partieen begegnen wir theils dem exzentrischen, theils dem zentralen Verlaufe der Arterienstämmchen.

Diese Stellung spricht sich ferner in der Textur der infiltrirten Scheidenabtheilung aus. Bei geringeren Graden der Umwandlung treffen wir noch mehr ein gewöhnliches, locker gewebtes Bindegewebe mit Lymphzellen in den Lücken. Ebenso ist es mit der Scheide eines am Follikel seitlich hintretenden Arterienzweigchens. Läuft dagegen letzteres durch eine angeschwollene Stelle oder, wenn auch nur exzentrisch, durch ein *Malpighi*'sches Körperchen, so pflegt die Umwandlung weiter zu gehen, und zu einem der retikulären Bindesubstanz sich annähern-

den Gewebe zu führen. Während bei den niedrigeren Stufen der lymphoiden Infiltration nur die Scheidenbildung, nicht aber die eigentliche Adventitia des Arterienzweiges ergriffen ist, geräth diese bei den höheren Graden mehr und mehr in jenen Kreis lymphoider Umänderung hinein.

Im Follikel gewahrt man peripherisch die Gerüstesubstanz engmaschiger und resistenter, weiter nach einwärts dagegen weitmaschiger und zarter. Bisweilen grenzen sich Rinden- und Innentheil durch eine Kreislinie schärfer von einander ab (Kaninchen, Meerschweinchen, Murmelthier). Doch bedarf diese Anordnung noch näherer Erforschung.

Auch hier wie bei den Lymphdrüsen bemerkt man in einzelnen verbreiterten Knotenpunkten deutliche Kerne. — Die Abgrenzung des *Malpighi*'schen Follikels nach aussen geschieht niemals durch eine homogene umschliessende Membran, sondern stets durch ein retikuläres Gewebe; auch da, wo sich die Oberfläche bei festerem Gefüge scharf von der Nachbarschaft absetzt. In andern Fällen geht ohnehin der Follikel mit zartem Gerüste ohne scharfe Grenze in das anliegende Gewebe der Pulpa über[3]).

In dem Maschenwerke aller dieser Partieen erscheinen neben freien (?) Kernen (*Müller*) eine Unzahl gewöhnlicher einkerniger Lymphzellen. Andere der letzteren bei grösserem Ausmaasse sind mehrkernig. Daneben, aber nur spärlich, kommen Elemente mit körnigem ungefärbtem Inhalte oder den Molekülen eines tief gelben oder bräunlichen Pigmentes vor.

Was die Gefässe der infiltrirten und zu Follikeln umgestalteten Stellen betrifft, so sind hier neben den schon erwähnten Arterienästen noch Kapillaren zu erwähnen; Venen[4]) fehlen jedoch gänzlich. Einfach infiltrirte Strecken zeigen ein wenig ausgebildetes längsmaschiges Kapillarnetz. Stark angeschwollene Stellen sind dagegen in der Regel von einem weit entwickelteren Maschenwerk der Haargefässe durchzogen, welches von eigenen, ziemlich variablen kleinen Arterienästchen hergestellt wird. Letzeres zweigt sich entweder von der Follikelarterie selbst ab, oder kommt von aussen her an das *Malpighi*'sche Körperchen. Auch das Haargefässnetz selbst wechselt sowohl bei den einzelnen Follikeln des gleichen Organs als nach den verschiedenen Thieren. Seltener erscheint es regelmässiger gestaltet mit vorwiegend radienartigen, durch bogenförmige Anastomosen verbundenen Kapillaren, welchen ein Quermesser von 0,0029—0,0081^{mm} zuzukommen pflegt (*Müller*). Weit häufiger ist die Anordnung jener feinsten Gefässe nach Vertheilung, Anastomosen und Quermesser eine unregelmässige[5]).

Beachtet man die Textur der Kapillaren genauer, so erkennt man neben der gewöhnlichen Erscheinung mit einer Adventitia, wie sie die retikuläre Bindesubstanz (§ 202) darbietet, andere, deren Wandung ungemein zart ist, der doppelten Begrenzung entbehrt, dagegen einen grossen Reichthum von Kernen gewinnen kann. Wir werden auf diese für die Kreislaufsverhältnisse der Milz hochwichtigen Verhältnisse bei der Pulpa zurückkommen.

Bei dem Menschen ist das Verhältniss der lymphoiden Infiltration und Follikelbildung ähnlich, wenn auch die umgewandelten Arterienscheiden und ihre örtlichen Verdickungen beträchtlichere Differenzen darbieten mögen. Doch dürfen wir nicht vergessen, dass wir eben menschliche Milzen unter viel ungünstigeren Verhältnissen untersuchen als die der Säugethiere, d. h. allzu spät nach dem Tode und von Personen, welche nicht selten längeren Krankheiten zum Opfer gefallen sind. Indessen von den Infiltrationen der Arterienscheiden, von den lokalen Verdickungen letzterer zu follikulären Massen, von verwandten Anordnungen der feinen Blutgefässe überzeugt man sich unschwer.

Anmerkung: 1) S. dessen Dissertation: Untersuchungen über die weissen Körperchen der Milz. Regensburg 1842. — 2) Die Venen werden hier sehr bald nach Verlust der Scheide und ihrer Aussen- sowie Mittelschicht ganz dünnhäutig. Ueber das weitere Verhalten ist auf die Arbeiten von *Gray*, *Hlasek* und *Müller* zu verweisen. — 3) Die geschilder-

ten Verhältnisse erklären die verschiedenen Angaben, welche wir bei den älteren und neueren Forschern über die *Malpighi*'schen Körperchen in der Milz finden. So sah schon vor Jahrhunderten *Malpighi* ganz richtig unsere Gebilde den feineren Arterien aufsitzend, und nach langem Zwischenraum durfte sie *J. Müller* als Auswüchse der Arterienscheide betrachten. Richtig erkannte ferner *Remak* die ausgedehnte lymphoide Umwandlung jener arteriellen Scheide und *Henle* die Einbettung von Lymphkörperchen in das das arterielle Rohr umgebende Bindegewebe. Ebenso müssen wir letzterem Forscher in der Abläugnung einer structurlosen, den Follikel umschliessenden Hülle Recht geben, und früheren Beobachtern einen bei der damaligen Unvollkommenheit der Methoden leicht zu entschuldigenden Irrthum zuerkennen. — 4) Schwer wiegt allerdings ein Fehler, welchen mehrere Untersucher der Neuzeit, *Henle*, *Grohe*, *Kowalewsky*, hier begangen haben, indem sie der lymphoid infiltrirten Arterienscheide und namentlich dem *Malpighi*'schen Follikel venöse Gefässe zuschrieben. Jede nur halbwegs gelungene Injektion der Milz hätte sie von der Unhaltbarkeit dieser ihrer Annahme überzeugen müssen. — 5) Wenn *Billroth* das Haargefässnetz des Follikels unregelmässig findet, *Schweigger-Seidel* es dagegen nach seinen Beobachtungen für vorwiegend regelmässig erklärt, so bedarf dieses nach dem im Texte Bemerkten keiner weiteren Bemerkung.

§ 231.

Nach Ueberschreitung der lymphoid infiltrirten Ausdehnungen sowie der Follikel verlaufen die arteriellen Aeste noch eine Strecke weit unter der schon früher geschilderten baumförmigen Verästelung, aber ohne Verbindung der Zweige.

Am Ende lösen sie sich in eine Anzahl gestreckt verlaufender und kaum mit einander anastomosirender Haargefässe auf von ziemlich feinem Kaliber und nicht selten starken Schlängelungen. Sämmtliche Kapillaren gehen zuletzt in die feinsten Blutbahnen der Pulpa über.

Der feinere Bau jener Kapillaren wechselt abermals beträchtlich bei den verschiedenen Säugethieren. Beim Schweine, dem Hunde, der Katze, sowie dem Igel (*Schweigger-Seidel*, *Müller*) wird ein grosser Theil derselben von ellipsoiden Auftreibungen der Adventitia umhüllt. — Solche »K a p i l l a r h ü l s e n«, wie sie *Schweigger-Seidel* nannte, welche im Uebrigen sehr verbreitet an den Haargefässen der Vogelmilz sich finden (*Müller*), bestehen aus einer blassen, weichen, höchst feingranulirten Masse mit Einbettung zahlreicher zarter Kerne. Die Hülsen sind bei Hund, Katze und Igel 0,0451—0,0600^{mm} breit bei einer 0,0902—0,1489^{mm} ergebenden Länge. Das Haargefäss, einfach oder in Mehrzahl von der Hülse umschlossen, bietet die schon im vorigen § besprochene zweifache Beschaffenheit der Wandung dar. — Andere Kapillaren der erwähnten Thiere zeigen im Uebrigen jene Hülsen nicht, und kommen so mit den gleichen Röhren des Menschen und der übrigen Säugethiere überein.

Letztere bieten in ihrer Mehrzahl bis zum Uebergang in die Blutbahnen der Pulpa die festere Wand dar, während andere dieselbe zarter, kernreicher oder aus einzelnen getrennt erscheinenden Gefässzellen gebildet erkennen lassen.

Die lymphoide Adventitia solcher Haargefässe bietet dagegen beträchtlicheren Wechsel. Sie kann zart, aus bindegewebiger Masse mit rundlichen oder länglichen Kernen in den Knotenpunkten und Interstitien gebildet erscheinen, aber auch derber werden, eine mehr bindegewebig fibrilläre Wand und ein mehr netzartiges loses Inneres mit lymphoiden und spindelförmigen Zellen in den Lücken gewinnen, und so an eine Kapillarhülse erinnern, zu welcher sich dann auch Zwischenformen erkennen lassen.

Nach Kenntniss dieser Verhältnisse können wir uns endlich zur P u l p a der Milz wenden. Dieselbe stellt eine rothe, sehr weiche Masse dar, welche alle Lücken einnimmt, die zwischen den Scheidewänden, den Gefässscheiden, Follikeln und was wir sonst besprochen haben, übrig bleiben. Erst bei künstlicher Erhärtung gelingt es, den gröberen und feineren Bau derselben zu erkennen.

Die Pulpa ergibt sich alsdann als ein N e t z w e r k unregelmässig gestalteter, etwa im Mittel 0,0677—0,0226^{mm} dicker Stränge und B a l k e n (Fig. 420. *b*),

welches ein Lücken- und Kavernensystem eingrenzt, das selbst wieder verschieden nach den einzelnen Thierarten geformt ist, stets aber zur Aufnahme venöser Blutströme dient. Diese Pulparöhren [1] (vergleichbar den Lymphröhren der Lymphknoten) entspringen einmal in Vielzahl mit allmählichem Uebergange von der Oberfläche der Follikel. Hier können nicht selten (Kaninchen, Meerschweinchen, Murmelthier) unsere Pulparöhren einen wesentlich konzentrischen Verlauf noch in einiger Breite einhalten, welcher sich natürlich in der gleichen Gestalt der von ihnen eingegrenzten Hohlräume wiederholt. Ferner erkennt man ein ähnliches Abtreten jener Pulpastränge von den übrigen lymphoid infiltrirten arteriellen Scheidenbildungen, sowie den Adventitien der letzten Ausläufer des Arteriensystems. Endlich setzen sich jene an die bindegewebigen Trabekelbildungen des Innern an.

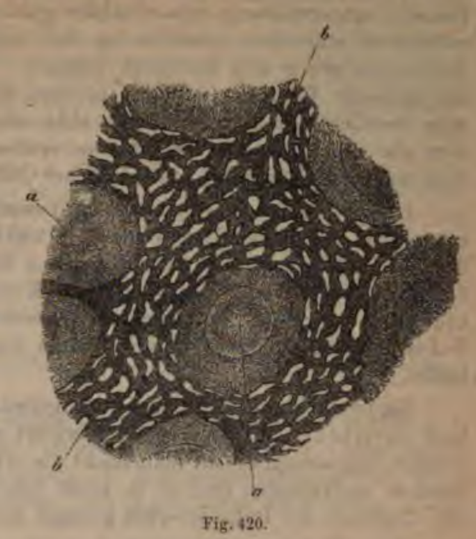


Fig. 420.

Das Gewebe der Pulparöhren oder Pulpastränge stellt eine Modifikation der retikulären Bindesubstanz von sehr zarter feiner Textur dar (Fig. 421). Es bildet überall ein Retikulum meistens höchst feiner Fäserchen, zuweilen auch etwas verbreiterter zarter Bälkchen. In einzelnen seiner Knotenpunkte scheinen Kerne eingebettet zu sein. Doch bleibt man bei der grossen Zartheit des Ganzen in der Regel unsicher, ob der Kern eingebettet oder nur angelagert ist. Verfolgt man die Uebergänge nach den Follikeln oder den verdickten Stellen der Arterienscheiden, so erkennt man das Netzgewebe der Pulpa mit Zwischenformen in die gröbere derbere Gerüstemasse jener Theile sich fortsetzen. Achtet man auf die Abgrenzung der Pulpastränge gegen die venösen, sie in Menge durchziehenden Hohlgänge, so überzeugt man sich auch hier von dem netzförmigen Charakter. Gelingt es den Boden eines solchen venösen Ganges am Präparat zu beobachten (*c*), so überzeugt man sich — und hierauf hat zuerst *Henle* aufmerksam gemacht — wie das Gewebe jener Pulpaelemente ein Netz ringförmiger spitzwinklig anastomosirender feiner Fasern als Grenze gegen den Blutstrom besitzt.



Fig. 421. Aus der Pulpa der menschlichen Milz, Pinselpräparat (Kombination). *a* Pulpastränge mit dem zarten Netzgerüste; *b* Querschnitte der kavernösen Venenkanäle; *c* Längsschnitt eines solchen; *d* Haargefäss in einer Pulparöhre, bei *e* sich auffasernd; *f* Epithel der Venenkanäle; *g* Seitenansicht desselben; *h* sein Querschnitt.

Ein eigenthümliches System von Gefässzellen [2] kleidet die venösen Hohlgänge aus. Es sind (Fig. 421. *f. g. h*) lange spindelförmige Elemente, beim Menschen mit runden vorspringenden Kernen. Sie liegen nach der Längsrichtung des venö-

sen Ganges, also das begrenzende Ringnetz des Retikulum rechtwinklig kreuzend. Im Uebrigen bleiben sie (und hierin erscheint eine fernere wichtige Eigenthümlichkeit) unverwachsen, von einander getrennt, so dass also bei einer sehr leicht möglichen stärkeren Ausdehnung des venösen Ganges unsere Wandungszellen Lücken zwischen sich darbieten können. Wir haben also hier nicht die scharf geschlossene Wandung anderer venöser Kanäle. Die betreffenden Gefässzellen, sehr deutlich in der menschlichen Milz, sind schon seit längerer Zeit bekannt, indem sie sich rückwärts in grössere venöse Zweige erstrecken, während in den venösen Pulpagängen sie erst hinterher *Billroth* auffand.

In den kleinen Maschen des Pulpanetzes liegen, einfach oder auch ein Paar zusammen, dieselben lymphoiden zelligen Elemente, welche wir früher für den Follikel und die umgewandelten Gefässscheiden erwähnten. Pigmentführende Zellen oder auch freie Klümpchen von Pigmentmassen, goldgelb, bräunlich oder schwarz, kommen in manchen Milzen so häufig vor, dass die Pulpa dadurch eine dem unbewaffneten Auge wahrnehmbare Farbenänderung erleidet.

Zu jenen Elementen tritt aber regelmässig eine Menge farbiger Blutzellen, bald unverändert, bald verbogen, verzerrt und verändert. An zweckmässig hergestellten Präparaten macht man leicht die wichtige Beobachtung, dass jene Blutkörperchen vollkommen frei, d. h. nicht von Haargefässwandungen umschlossen, in den Maschen des Pulpagewebes gelegen sind.

Dem Blutstrome entrückt verfallen zum Theil unsere farbigen Blutzellen weiteren Veränderungen; sie verschrumpfen, zerklüften und verwandeln sich so in eben jene Moleküle des verschieden farbigen Pigments.



Fig. 422. Zellen aus der Milzpulpa des Menschen, Ochsen und Pferdes. *a—d* Vom Menschen. *a* Freier Kern; *b* gewöhnliche Zelle (Lymphkörperchen); *c* gekernte Zelle mit einem Blutkörperchen (?) im Innern; *d* mit zweien; *e* solche mit mehreren Blutkörperchen vom Ochsen; *f* eine Zelle desselben Thieres mit fettartigen Körnchen. *g—k* Vom Pferde. *g* Eine Zelle mit mehreren frischen Blutkörperchen und den Körnchen letzterer Figur; *h* Zelle mit einem Körnerhaufen; *i* derselbe frei; *k* Zelle mit farblosen kleinen Molekülen.

Die merkwürdigste Erscheinung jedoch, zu welcher der erwähnte Zerfall der Blutkörperchen führt, sind die schon seit längeren Jahren bekannten sogenannten blutkörperchenhaltigen Zellen der Milz. Wir haben dieser Gebilde, welche den früheren Forschern räthselhaft bleiben mussten, und deshalb die verschiedenartigsten Deutungen erfuhren, schon früher (S. 78 u. 79) im Zusammenhange gedacht. Hier wie in andern Organen führt die vitale Kontraktilität der hüllenlosen lymphoiden Zelle zur Einnahme allerdings weniger des ganzen Blutkörperchens als vielmehr seiner Fragmente in den Zellenleib der ersteren[3]. Dass aber die lymphoide Zelle der Milz wirklich jenes lebendige Zusammenziehungsvermögen besitzt, habe ich schon vor einigen Jahren bei Wassersalamandern und Fröschen gesehen. *Cohnheim*[4]) hat das Phänomen später in grösserer Verbreitung auch beim Säugethier beobachtet, und *Peremeschko* ähnliche Beobachtungen an Embryonen der letzteren Thierklasse mitgetheilt. — Wir schliessen diesen Gegenstand mit der Bemerkung, dass unsere blutkörperchenhaltigen Zellen auf den verschiedensten Stufen ihrer Bildung bei der unvollkommenen Wandbegrenzung venöser Hohlgänge in den Blutstrom gelangen, und zu Elementen des Milzvenenblutes werden können.

Noch wird von *Funke* und *Koelliker*[6]) als ein weiteres Element in der Pulpa junger und saugender Thiere eine kleine kernhaltige gelbliche Zelle erwähnt, welche für eine sich entwickelnde junge Blutzelle zu halten sei. Wir besitzen keine eigenen Erfahrungen hierüber.

Anmerkung: 1) Diese Gebilde (*J. Vogel*, Anleit. zum Gebrauch des Mikroskops, S. 452) wurden eine Zeit lang für kontraktile Faserzellen erklärt (*Koelliker*'s mikrosk. Anatomie S. 257). Aus ihren Kernen wollte sogar *Führer* die rothen Blutzellen hervorgehen lassen (Archiv f. phys. Heilk. 1854, S. 149). — 2) *Grohe* in seiner Arbeit (a. a. O.) schildert als Element der Pulpa die sogenannten Milzkolben, blindsackige Gänge. Es ist aber schwer, nach seinen Beschreibungen und Abbildungen zu sagen, ob er unter ihnen die Pulparöhren oder die venösen Kanäle versteht. — 3) Wir verweisen in Betreff der Literatur auf S. 80 Anmerk. 9. — 4) Die Beobachtungen *Cohnheim*'s finden sich in *Virchow*'s Archiv Bd. 33, S. 311. — 5) S. Wiener Sitzungsberichte Bd. 55, Abth. 2, S. 539. Der Verf. fand kontraktile hüllenlose Zellen (»Protoplasmakörper«) zum Theil von ansehnlicher Grösse, welche einen oder mehrere (bis 8) Kerne führten. In späterer Embryonalzeit werden jene Elemente spärlicher; noch mehr bei jüngeren oder erwachsenen Thieren. Trächtige Kaninchen besassen sie dagegen wieder zahlreicher. — 6) Man vergl. *Funke* in s. Physiologie 4. Aufl. Bd. 1, §. 181. Die ersten Mittheilungen *Koelliker*'s stehen Würzburger Verhandl. Bd. 7, S. 174.

§ 232.

Wir haben noch der Blut- und Lymphbahn sowie der Nerven unseres Organes genauer zu gedenken.

Beginnen wir mit den Venen, so bieten dieselben beträchtliche Verschiedenheiten bei den einzelnen Säugethieren dar, zeichnen sich aber durch ansehnliches Kaliber und eine grosse Ausdehnbarkeit schon bei geringerem Drucke aus, eine Eigenschaft, welche in den physiologischen und krankhaften Schwellungen des Organs wiederklingt.

Bei den Wiederkäuern (Schaf, Ochs) tritt die *Vena lienalis* [1]) mit einfachem Stamm in das Organ ein, gibt ihre Adventitia und bald auch ihre Media an die sie umhüllende Bindegewebescheide [2]) ab, theilt sich in ganz dünnwandige weite Zweige, welche eine Menge seitlicher Aeste absenden, deren Wand nur aus einem sehr zarten Häutchen besteht, so dass jene wie Lücken in dem Parenchym der Milz erscheinen. Die fernere Verästelung bietet unter spitz- und rechtwinkliger Abgabe der Zweige ein baumförmiges Bild dar; Anastomosen jener Venen kommen dabei nicht vor. Das Ganze gewinnt einen eigenthümlichen Charakter, indem weite, rasch in feinere Aeste sich auflösende, wir möchten sagen, gänsefussartige Venenstämmchen meist in Mehrzahl radienartig gegen die zahlreichen *Malpighi*'schen Follikel gerichtet sind. Allen diesen venösen Röhrchen kommt noch eine zwar sehr dünne und anfänglich wohl noch geschlossene Wandung zu, welche aus einer Lage spindelförmiger Zellen (0,0029—0,0079^{mm} breit und 0,0201—0,0501^{mm} lang) mit wenig prominirenden, meist länglichen Kernen zu bestehen pflegt. Später trennen sich jene Zellen mehr und mehr von einander. Aeusserlich umhüllt ist diese Innenlage an feineren Stämmchen schon von der retikulären Pulpasubstanz.

Man hat solche Venenästchen kapillare Venen oder kavernöse Milzvenen genannt [*Billroth* [3])]. Sie kommen allen Säugethieren zu, wenn auch nach Anordnung manchfaltig wechselnd und hierdurch wiederum die Gestalt der Pulpastränge modifizirend.

Während beim Wiederkäuer jene kavernösen Venen spitzwinklig getheilt und ohne Anastomosen verlaufen, sehen wir bei andern Geschöpfen [4]) auf die ersten baumförmigen Ramifikationen eine mehr rechtwinklige Zweigabgabe und sich einstellende Verbindung folgen, so dass wir allmählich zu einem, mehr aus gleichbreiten Gängen hergestellten Netze jener Venenkanäle gelangen. Solche Netze zeigen uns beispielsweise die Milzen des Kaninchens, Meerschweinchens, Murmelthieres; ebenso des Menschen. Sehr schön erkennt man namentlich jene Netze kavernöser Venengänge in einzelnen Milzen des Neugebornen, und sieht, wie von stärkeren eingescheideten Stämmen entspringende Seitenzweige mit einem Male jenen netzförmigen Charakter gewinnen. Hier habe ich wohl als Erster schon im Jahre 1860 durch Injektion ihre venöse Natur nachgewiesen, und durch meine

Präparate hat sie *Billroth* kennen gelernt. Die Weite beträgt im Mittel 0,0169—0,0226^{mm} (mit Extremen von 0,0113 und 0,0282^{mm}); der Bau ist ein ganz ähnlicher wie beim Schafe. Solche Milzen erlangen übrigens in ihrer Pulpa eine grosse Aehnlichkeit mit der Markmasse und den medullären Lymphgängen der Lymphknoten.

Allmählich gewinnt hier (wie beim Schaf und allen Säugern) die Wandung mehr und mehr durch Trennung der Gefässzellen und netzförmige Unterlage einen unterbrochenen Charakter, so dass die Interstitien in das Innere der begrenzenden Pulpastränge leiten [5].

Verschmälert bis zu 0,0158 und 0,0099^{mm} führen endlich überall die kavernösen Venen in die Venenanfänge mit durchbrochener Wand und mangelnden Gefässzellen über [6].

Anmerkung: 1) Vortreffliche bildliche Darstellungen der Schafsmilzgefässe finden sich in dem ausgezeichneten Werke *Gray*'s, welches leider in Deutschland so wenig bekannt geworden ist. — 2) Die Venenscheiden verhalten sich beim Eintritt in das Organ für die einzelnen Säugethiere etwas verschieden. Bei kleinen Geschöpfen (Maus, Ratte, Maulwurf, Kaninchen, Meerschweinchen) kommt nur zu grösseren Stämmen eine ringförmige Scheide, welche mit der sehr dünnen Venenwand fest verwächst, und nach einigem Verlaufe bündelweise jene wieder verlässt, um sich den Milzbalken zuzugesellen. Bei grösseren Thieren (Igel, Hund, Katze) sind die Venenscheiden stärker entwickelt und im Gegensatze zu den kleinsten Säugethieren mit reichlichen muskulösen Elementen versehen. Sie begleiten die venöse Verästelung nicht selten auffallend lange. Beim Affen und Menschen sind die Venenscheiden sehr arm an muskulösen Zellen, vorwiegend bindegewebig. Sehr bald wird die Verbindung hier eine so innige, dass Venenwand und Scheide fest und untrennbar verwachsen, und die Venen bis herab zu Stämmchen von 0,066''' in feste Kanäle mit baumartiger Verzweigung verwandelt sind. Darüber hinaus erfolgt dann ebenfalls die Auffaserung jener Scheidenbildung mit allmählichem Uebergang in's Septensystem (*Müller*). — 3) S. dessen Aufsatz in *Virchow*'s Archiv Bd. 20, S. 412. — 4) Ich bemerke dieses ausdrücklich zur Wahrung meiner Priorität gegenüber einer Stelle der *Koelliker*'schen Gewebelehre 4. Aufl., S. 490. — 5) Auch *Rindfleisch* überzeugte sich kürzlich (Niederrhein. Ges. für Natur- und Heilkunde 13. Mai 1872) von der durchbrochenen Wandung der kapillaren Milzvenen des Menschen. — 6) Die Injektionsmasse überschreitet daher an solchen Stellen den Rand der Blutbahn, indem sie mit ihren Körnchen in die Pulpastränge vordringt.

§ 233.

Nachdem wir die kavernösen Venengänge bis zu ihren feinsten Bahnen, den lakunären, nur vom Pulpagewebe eingegrenzten Venenanfängen verfolgt haben, kommen wir zur wichtigen, in den letzten Jahren vielfach ventilirten Frage: wie gelangt aus den letzten Ausläufern des arteriellen Systems das Blut in jene Würzelchen des venösen?

Eine Reihe von Forschern, unter welchen wir *Gray*, *Billroth*, *Koelliker* nennen, lassen feine terminale Haargefässe, ohne eigentliche Netze vorher gebildet zu haben, unmittelbar in die kavernösen Venen einmünden; *Schweigger-Seidel* durch eigenthümliche, nur von Spindelzellen hergestellte Uebergangsgefässe. Ganz anders lauten die Angaben *Key*'s und *Stieda*'s, welche zwischen den kapillaren Ausläufern des Arteriensystemes und den kavernösen Venen noch ein höchst engmaschiges Netzwerk feinster, mit deutlichen Wandungen versehener Haargefässe statuiren, das mit seinen winzigen Maschen die Lymphzellen umschliessen, und überhaupt die Pulpa herstellen soll.

Manche der erwähnten Aussprüche basiren auf unvollkommenen Injektionen oder ungenügender Durchmusterung der Präparate, andere dagegen auf falscher Auslegung an sich guter Objekte.

So glaubt man nicht selten direkte Einmündungen von Haargefässen in Venen zu sehen, welche fast ausnahmelos bei genauer Prüfung sich als Trugbilder ergeben. Doch sind wir darum nicht der Meinung, jenen unmittelbaren Uebergang unter die Unmöglichkeiten zu zählen. Wir haben selbst bei langen darauf gerichteten Unter-

suchungen Bilder getroffen, welche kaum einer anderen Deutung fähig waren. Aber die Zahl solcher Ansichten war eine äusserst geringe, so dass es sich hier nur um ganz vereinzelte Ausnahmen handelt. Hiernach sind unserer Ansicht zufolge die Angaben von *Gray*, *Billroth*, *Koelliker*, *Kyber* und *Wedl* zu beurtheilen [1]).

Dagegen waren *Key* und *Stieda* im Besitze des wirklichen Ueberganges, verwechselten aber ein höchst engmaschiges Netzwerk feinster lakunärer Bahnen mit einem wandungsführenden Maschenwerk von Haargefässen [2]).

Der Uebertritt des arteriellen Milzblutes in die Venenästchen geschieht nämlich beim Säugethier und Menschen mit wandungslosen Strömchen, welche das Netzwerk der Pulpa und die Interstitien der hier eingebetteten lymphoiden Zellen so durchlaufen, wie, möchten wir sagen, das versiegende Wasser eines Flusses seinen Weg zwischen den Kieselsteinen des Bettes nimmt. Es sind dieses die intermediären Pulpabahnen.

Es ist ein Verdienst namentlich *W. Müller*'s, letztere Lakunen sicher festgestellt zu haben, nachdem man Derartiges schon früher hier und da angedeutet hatte. Eigene Untersuchungen (Mensch, Schaf, Kaninchen, Meerschweinchen, Maus, Ratte, Igel und Maulwurf, ebenso Taube, Frosch und Hecht) ergeben ein vollkommen gleiches Resultat [3]).

Um aber jene Bahnen zu begreifen, sind wir genöthigt zu den schon früher (§ 230) geschilderten feinsten Ausläufern der *Art. linealis* zurückzukehren.

Wir haben dort bereits die Haargefässe der einfach infiltrirten Arterienscheiden, der lymphoiden Anschwellungen letzterer, sowie der *Malpighi*'schen Körperchen kennen gelernt. Alle diese Theile zeigten uns entweder den gewöhnlichen Bau des Kapillarrohres oder eine verfeinerte, die nahe Umwandlung beurkundende, modifizirte Wandung.

Es treten aber alle jene damals besprochenen Haargefässe in die Milzpulpa herüber, um hier nach kürzerem oder längerem Verlaufe bald ungetheilt, bald verzweigt in wandungslose Ströme überzugehen. Nicht selten begegnet man Milzen, deren Pulpa reich an längeren Kapillaren genannt werden muss, und wo dieselben (an die Lymphröhren erinnernd [S. 425]) die Axen der Pulpastränge einnehmen [4]).



Fig. 423. Aus der Milz des Igels (nach *W. Müller*). *a* Pulpa mit den intermediären Strömen; *b* Follikel; *c* Grenzschicht desselben; *g* seine Haargefässe; *e* Uebergang derselben in den intermediären Pulpastrom; *f* Querschnitt eines Arterienzweiges am Rande des *Malpighi*'schen Körperchens

Was nun die Art jenes Uebergangs (Fig. 423) betrifft, so erkennt man Folgendes: Die Haargefässwandung wird in der Nähe ihres Erlöschens ausnahmslos feiner und dünner, zart granulirt, sowie reichlich mit eingebetteten Kernen versehen. Bald bemerkt man auch wie eine förmliche Auffaserung derselben sich einstellt, indem die Kerne mit angrenzenden Partieen jener zarten Membran in einzelne blasse Balken und Fasern sich trennen, welche kontinuirlich in das Retikulum der Pulpa sich fortsetzen. Man weiss eine Strecke weit oft nicht mehr, ob man noch den Gang eines zerfallenden Kapillarrohres oder eine kanalartige Lücke der Pulpa in solchen Gebilden sehen soll. Natürlich tritt dann auch an derartigen Lokalitäten des Zerfalles die Injektionsmasse aus dem Haargefässe in die angrenzenden Partieen der Pulpa über.

Diese stellt nun aber, wie der Leser bereits weiss, ein sehr engmaschiges Netzgerüst her, dessen kleine Lücken von lymphoiden Zellen erfüllt werden. Zwischen den Oberflächen der letzteren und an den feinen Bälkchen des Retikulum

entlang dringt jene Injektionsmasse (*a*) weiter durch die Pulpa vor. Hat man Leim angewandt, so gerinnt die eingeriebene Masse hinterher in Gestalt dünner, aber unregelmässig abgegrenzter, stellenweise verbreiterter und dann wieder verengter schaliger Massen um die Lymphkörperchen der Pulpa. Der Quermesser jener Strömchen kann etwa zwischen 0,0032 und 0,0090^{mm} schwankend angenommen werden, und ist natürlich durch den angewandten Injektionsdruck bedingt. Die grosse Ausdehnbarkeit der Milz, wie sie bei normalen und krankhaften Zuständen vorkommt, und einem Jeden, welcher sich mit ihrer künstlichen Füllung beschäftigt hat, zur Genüge bekannt ist, beruht zu einem grossen Theile auf dieser Dilatationsfähigkeit der intermediären Pulpabahn.

Solche Bilder waren es, welche mehrere Forscher der Neuzeit veranlassten, von einem feinsten intermediären, durch besondere Wandungen eingegrenzten Haargefässnetz der Pulpa zu reden. Dabei erklärte man das Retikulum der Pulpa irrig genug für jenes feinste kollabirte Gefässnetz.

Es liegt auf der Hand, dass ein langsam steigender Druck einen immer grösseren Theil jenes Lückensystems der Pulpa erfüllen wird. So bemerkt man dann, wie die *Malpighi*'schen Körperchen von Ringen jener netzförmigen Bahnen umgrenzt werden; ja die Masse schiebt sich zuletzt in den oberflächlichen Theil jener unter ähnlichen netzartigen Bildern vor[5]).



Fig. 424. Aus der Schafmilz (doppelte Injektion). *a* Netzgerüste der Pulpa; *b* intermediäre Pulpaströme; *c* ihr Uebergang in die Venenanfänge mit unvollkommener Wandbegrenzung; *d* Venenäste.

Aus der Pulpa (Fig. 424. *a*) aber dringt endlich die Injektionsmasse (*b*) in die uns aus dem vorhergehenden § bekannten Venenanfänge (*c*) vor. Dieser Uebergang hat keinerlei Schwierigkeiten, indem ja jene Venenanfänge nichts anderes als Hohlgänge, eingegraben in das Gewebe der Pulpa darstellen; also von derselben netzförmigen Masse, die sich durch die Haargefässe erfüllt hatte, eingefriedigt werden.

Untersucht man zur Kontrole natürliche Injektionen der Milz, d. h. erhärtete Objekte, wo die farbigen Blutzellen durch besondere Methoden bewahrt worden sind, so sieht man, wie an den Endstellen der Haargefässe jene gefärbten Elemente in wandungslosen Zügen zwischen den Lymphkörperchen sich fortsetzen, ebenso an andern Stellen wieder zu gleichen Reihen und Gruppen zusammentreten, welche dann in einem wandungslosen Venenanfang zuletzt sich vereinigen.

So, indem die Ergebnisse künstlicher und natürlicher Füllung übereinstimmen, dürfen wir sagen: Aus den arteriellen Kapillaren ergiesst sich das Blut in ein System intermediärer Bahnen, welche direkt von den Zellen und dem Fadennetze der Pulpa begrenzt werden, und aus welchen die kleinsten Venen mit durchbrochenen Anfängen sich entwickeln.

Anmerkung: 1) Man vergl. die Arbeiten dieser Gelehrten. *Billroth* hatte in einer früheren Publikation den lakunären Strom in richtiger Weise vermuthet (*Virchow*'s Archiv Bd. 20, S. 415). Später gab er diese Ansicht auf, und vertheidigte den direkten Uebergang des Haargefässes in die Vene. Da ein Theil jener Injektionsstudien anfänglich gemeinschaftlich von *Billroth* und mir angestellt worden war, ich aber, wenn auch nicht über allen Zweifel hinaus, den wandungslosen Pulpastrom annehmen zu müssen glaubte, habe ich schon im Jahresberichte der Histologie für 1861, S. 92, erklärt, dass ich für jenen letzteren Ausspruch meines Kollegen keine Verantwortlichkeit mit übernehmen könne. Es ist mir deshalb unbegreiflich, wie der so gewissenhafte und gründliche *M. Müller* (S. 61) mich neben *Gray*, *Billroth*, *Koelliker* und *Schweigger-Seidel* zu einem Anhänger jener Theorie der direkten Einmündung der Milzkapillaren in die Venen machen konnte. — 2) Es ist ein Verdienst von *Schweigger-Seidel*, die Wandungslosigkeit jener intermediären Pulpaströmung nachgewiesen zu haben, indem er beim Erwärmen die geronnene Injektionsmasse formlos zerfliessen sah (*Virchow*'s Archiv Bd. 27, S. 486), obgleich seine Deutung des Stromes eine

andere als die unsrige ist. — 3) Man vergl. noch *O. Stoff* und *S. Hasse* im Centralblatt für die med. Wiss. 1872, S. 753. — Auch für die sogenannte Schilddrüse des Frosches, ein lymphoides Organ, scheint *E. Fleischl* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 57, Abth. 1, S. 75 den gleichen intermediären Blutstrom gefunden zu haben, wogegen freilich später *C. Toldt* (ibid. Bd. 58, Abth. 2, S. 171) Widerspruch erhob. Wir erinnern noch an die *Thiersch*'schen Ergebnisse beim Wundheilungsprozesse (S. 397 dieses Werkes). — 4) Ueber die Haargefässe der Pulpa handelt *Billroth* (Zeitschrift f. wiss. Zoologie Bd. 11, S. 328). Günstige Objekte bietet zu ihrer Erkennung das Organ des neugebornen Menschen, sowie des Schafes. Den höchsten Grad sah ich vor Zeiten an einer gewaltig vergrösserten leukämischen Milz, wo eine sehr beträchtliche Vergrösserung des Pulpastromgewebes stattgefunden hatte. — 5) Man kann sich hiervon durch das bis zu einem gewissen Grade fortgesetzte Injiziren an jeder Säugethiermilz überzeugen. Auch *Müller* fand dieses Eindringen in die Follikelrinde (a. a. O. S. 98).

§ 234.

Was die Lymphgefässe der Milz betraf, so glaubte man eine Zeit lang nach dem Ergebnisse der Injektion nur oberflächliche annehmen zu dürfen. Dieselben, unter der Serosa gelegen, bilden beim Ochsen, Schaf und Schwein ein sehr entwickeltes Netzwerk, aus ansehnlichen klappenführenden Gefässen bestehend (*Teichmann*, *Billroth*, *Frey*), welche bei erstgenanntem Thiere überaus leicht zu injiziren sind, und vielfach starke rosenkranzförmige Anschwellungen erkennen lassen [1]).

Da hierbei keine Füllung tieferer Lymphbahnen im Parenchym der Milz gelungen war, und man sich schon früher überzeugt hatte, wie ein dem Umhüllungsraum des Lymphdrüsenfollikels entsprechendes Ding dem *Malpighi*'schen Körperchen abging, konnte man in der Milz ein dem Lymphknoten vergleichbares Organ erblicken, bei welchem die inneren lymphatischen Bahnen durch die venösen Kanäle ersetzt würden. Die notorische Betheiligung des Organs am Blutleben, der Eintritt lymphatischer Zellen in's Venenblut, der sehr wahrscheinliche Untergang reichlicher farbiger Blutkörperchen — alles dieses rechtfertigte es, die Milz für eine Blutlymphdrüse zu erklären [*Frey* [2])].

Allerdings führte die angebliche Abwesenheit innerer Lymphgefässe zu Widersprüchen mit älteren Angaben, welche vom Eintritt lymphatischer Röhren am Hilus der Milz neben Arterien und Venen redeten [*Ecker*, *Koelliker* u. A. [3])]. Während die oberflächlichen Lymphgefässe eine wasserhelle, klare Flüssigkeit führen, hatte man in den tieferen ein durch Blutzellen röthlicher gefärbtes Fluidum angetroffen.

Vor einigen Jahren gelang es nun *Tomsa* [4]), beim Pferde innere Lymphgefässe und zwar in Kommunikation mit denjenigen der Milzoberfläche darzuthun. Sie durchsetzen theils das Balkengerüste, dessen Verzweigungen folgend, theils ziehen sie durch das Bindegewebe der Gefässscheiden neben den stärkeren Arterienästen hin, um schliesslich die in jenen befindlichen feinen Zweige gänzlich einzuscheiden.

Diese Angaben eines so tüchtigen Beobachters haben nun nicht das Geringste, was Befremden erregen könnte; — hier wie überall sind eben bindegewebige und muskulöse Strukturen von lymphatischen Bahnen durchzogen, und bei der lymphoiden Umwandlung, welche über jene Scheiden kommt, sowie ohne Grenze gegen gewöhnliches Bindegewebe ausläuft, können von solchen Lokalitäten her die Lymphzellen in jene Flüssigkeit gelangen.

Wenn aber *Tomsa* ferner angibt, dass die letzten Ausläufer dieses inneren Lymphapparates schliesslich in die Follikel und in die Pulpa einleiteten, und daselbst mit ringartigen Zügen die einzelnen Lymphkörperchen und Blutzellenkonglomerate umgäben, so kann man sich hier der grössten Zweifel nicht entschlagen, und kaum etwas anderes als ein Extravasat in das so weiche Gewebe annehmen, da man kaum begreift, wie neben dem überall vorkommenden dichten, wandungslosen Blutstrom noch ein ähnlicher Lymphstrom Raum habe, und eine solche ausgedehnte

peripherische Vermischung von Lymphe und Blut ohne Analogie mit all' denjenigen wäre, was bis zur Stunde im Körper über beide Systeme sich beobachten liess. Ist unsre Ansicht richtig, so würde aber auch die Bedeutung der Milz als einer Blutlymphdrüse nicht erschüttert werden.

Die Nerven der Milz, aus dem *Plexus lienalis* des sympathischen Systems stammend, bestehen vorwiegend und nicht selten fast ausschliesslich aus blassen oder *Remak*'schen Fasern. Sie treten am Hilus ein, und verlaufen mit der arteriellen Verzweigung. Die Nervenmenge ist im Allgemeinen eine ansehnliche, die Endigung aber, so beim Ochsen und Schaf (*Koelliker*, *Billroth*), noch nicht sicher gekannt. Theilungen in den Stämmen sah *Koelliker*, terminale möglicherweise *Ecker*[5]. An den Milznerven kamen endlich (*W. Müller*) stellenweise Zellengruppen wie Ganglienkörper vor, und einmal gelang es ihm, in der Schweinsmilz eine Faser bis in eine Kapillarhülse zu verfolgen. Man könnte daran denken, den betreffenden Gebilden eine ähnliche Bedeutung, wie den *Krause*'schen Endkapseln der Drüsennerven zuzuschreiben (S. 337).

Anmerkung: 1) Man s. das Werk von *Teichmann* S. 95; *Billroth*, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 11, S. 333 und *Frey*'s Mikroskop, 1. Aufl., S. 338. — *Wedl* a. a. O. S. 398 berichtet, dass an der Oberfläche unseres Organs bei Schaf und Pferd zweierlei Lymphgefässe vorkommen, oberflächlichere von dünnerem Quermesser, welche der Serose (richtiger nach unserer Ansicht der subserösen Schicht) angehören und stärkere, welche der fibrösen Umhüllung zukommen. — 2) Untersuchungen über die Lymphdrüsen S. 61. — 3) *Ecker* a. a. O. S. 147. Nach *Tomsa* (Note 4) können indessen beiderlei Lympharten Blutzellen führen, und letztere Elemente sind wandelbar. Nach dem Tode dringt in die entleerten Bezirke nur eine farblose, an Lymph- und Blutzellen arme Flüssigkeit. *Koelliker*'s Mikr. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 253 und Gewebelehre 5. Aufl., S. 460. Als ältere Angaben s. man noch *Gerlach*'s Gewebelehre 2. Aufl. S. 244 und *Schaffner* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift, Bd. 7, S. 345. Einzelne Angaben finden sich dann in den Aufsätzen von *Key* und *Schweigger-Seidel* a. a. O. — 4) Die Arbeit *Tomsa*'s findet sich in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 48, Abth. 2, S. 652. Nur innere, aber keine oberflächlichen Lymphbahnen sah der Verf. beim Hunde. Zu verwandten Ergebnissen gelangte später *Kyber* (l. l. c. c., Bd. 6, S. 575 und Bd. 8, S. 566). — Wie weit in der Hülle der menschlichen Milz Lymphgefässe vorkommen, bedarf genauerer Prüfungen. In dem Septensysteme existiren sie dagegen sicher (*Kyber*). — 5) *Ecker* a. a. O. S. 148; *Koelliker*'s Gewebelehre 4. Aufl. S. 492; *Billroth* in der Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 11, S. 335 und *Müller*'s Monographie S. 101.

§ 235.

Die Milz, mit einem spezifischen Gewicht von 1,058 [*Krause* und *Fischer*[1])], führt 18—30% organischer Stoffe und einen im Mittel 0,5—1% betragenden Gehalt an Mineralbestandtheilen [*Oidtmann*[2])].

Die das Milzgewebe durchtränkende, sauer reagirende Organflüssigkeit enthält bei Mensch und Säugethier nach *Scherer*, *Frerichs*, *Staedeler*, *Cloëtta* und *Gorup*[3]) eine Menge interessanter Körper.

Es gehören hierher Inosit, flüchtige Fettsäuren (wie Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure), Bernsteinsäure, Milchsäure, Harnsäure. An Basen führt die menschliche Milz normal ansehnliche Mengen Leucin und eine mässige (d. h. verhältnissmässig reichliche) Menge Tyrosin (*Frerichs* und *Staedeler*). Ferner ergibt das Organ Hypoxanthin und Xanthin. *Scherer* gewann noch kohlenstofffreie Pigmente, einen interessanten, an Eisen reichen Körper der Eiweissgruppe und viel Eisen, gebunden, wie es schien, an Essigsäure und Milchsäure. Die eigenthümliche Beschaffenheit der Venen wird einen Uebergang dieser Stoffe in die Blutbahn herbeiführen müssen, welchen allerdings die vorhandenen Untersuchungen des Milzvenenblutes noch nicht darlegen konnten (vergl. S. 127).

Die Mineralbestandtheile hat *Oidtmann*[4]) genauer untersucht. Er fand Chlor, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kieselsäure, Kali und Natron (letzteres überwiegend), Kalk, Magnesia, Eisen, Mangan und Kupfer.

Was die so vielfach hin und her ventilirte physiologische Bedeutung

der Milz betrifft, so kommt ihr für das Blutleben eine wichtige Rolle zu, welche man theils in dem Untergange von Blutzellen, theils umgekehrt in der Erzeugung derselben gesucht hat. Erstere Ansicht kann verfochten, jedoch bei dem jetzigen Zustande des Wissens nicht streng bewiesen werden. Gehen auch Blutzellen in manchen Milzen sicher selbst in ausgedehnterer Weise zu Grunde, so kann man eben doch zweifeln, ob es sich hier um mehr als einen zufälligen Vorgang handele. Letztere Rolle steht aber wohl gegenwärtig fest, und ist eine analoge wie die der Lymphknoten, nämlich eine Produktion farbloser Zellen in der Pulpa, welche, in den Blutstrom eintretend, farblose Blutkörperchen darstellen, möglicherweise mit einem Theile jedoch auch schon in den Milzkavernen die Umwandlung zur farbigen Zelle erleiden. Die bindegewebigen und muskulösen Elemente wirken in verschiedener Weise auf die Blutfülle unseres Organs ein. Die Elastizität ersterer wird jeder Ausdehnung der Milz einen mit der Blutmenge wechselnden Widerstand entgegensetzen. Die periodische, durch das Nervensystem bedingte Thätigkeit der muskulösen Elemente wird zur Volumverminderung des Organs und dem Austreiben des flüssigen Inhaltes nach der Stelle des geringsten Widerstandes, den Venen (und auch den Lymphgefässen) führen.

Für die Erzeugung farbloser Ersatzzellen des Blutes, wonach der Milz die Bedeutung einer akzessorischen modifizirten Lymphdrüse zukam, sprechen die Parallelveränderungen beiderlei Organe in gewissen Krankheiten, der grössere Reichthum des Milzvenenblutes an farblosen Elementen (§ 70), der ähnliche Bau von Milz und Lymphknoten. Letzterer ist bei Schlangen und Eidechsen wohl am grössten, wo ein geschlossener Blutstrom follikuläre Massen durchströmt (*W. Müller*).

Nach *Gray* würde die Milz die Bedeutung eines Reservoir für eine gewisse Blutmenge besitzen; nach *Schiff* würde sie ein Hülfsorgan des Verdauungsprozesses darstellen, indem sie die eiweissverdauende Kraft des Pankreas bedingte.

Die Entstehung der Milz[5]) — lautete die bisherige Annahme — findet unabhängig von den Verdauungsorganen in Gestalt eines besonderen, dem mittleren Keimblatte angehörenden Zellenhaufens statt, dessen Zellen zu den verschiedenen Geweben des Organs sich umwandeln müssen. Die Anlage der Milz bemerkt man am Ende des zweiten Monats. Die *Malpighi*'schen Körperchen erscheinen nach *Remak* sehr frühe, nach *Koelliker* dagegen erst am Ende des Fruchtlebens.

Andere Ergebnisse gewann vor Kurzem über diesen Gegenstand *Peremeschko*[6]). Nach ihm entsteht die Milz des Säugethieres sehr frühzeitig durch Abschnürung vom Pankreas. Sie besteht anfänglich nur aus runden und länglichen Zellen sowie Blutgefässen. Aus den Zellen bilden sich Hülle und Trabekel sowie das feine Netzgerüste der Pulpa hervor. Dann erscheinen aber, in geringerer Menge anfänglich, die Lymphoidzellen neben zahlreichen rothen Blutkörperchen. Indem erstere Elemente rasch an Zahl zunehmen, kommt es, und zwar schon in früher Embryonalzeit, zu Ansammlungen derselben in den Scheiden der Arterien; es entstehen die *Malpighi*'schen Körperchen.

Die zahlreichen krankhaften Strukturveränderungen des Milzgewebes bedürfen genauerer Studien, als es bisher bei der ungenügenden Kenntniss des Baues möglich war. Unter ihnen hat eine zur Ueberladung des Blutes mit lymphoiden Zellen und zur Leukämie (S. 118) führende Volumzunahme des Organs vielfaches Interesse erweckt[7]).

Anmerkung: 1) a. a. O. — 2) S. dessen Schrift: Die anorg. Bestandtheile der Leber und Milz. Linnich 1858. Zusammenstellungen der Mischungsverhältnisse unseres Organes enthalten die Lehrbücher *Gorup*'s (S. 662) und *Kühne*'s (S. 406). — 3) Man vergl. *Scherer* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 2, S. 298 und Annalen Bd. 107, S. 314; *Frerichs* und *Staedeler* in den Mittheilungen der naturf. Ges. in Zürich Bd. 4, S. 85; *Cloëtta* in der Vierteljahrsschrift derselben Bd. 1, S. 220 und Annalen Bd. 99, S. 303; *Gorup-Besanez*, Annalen Bd. 98, S. 1. — 4) a. a. O. — 5) *Remak* l. c. S. 60, *Koelliker*'s Entwicklungsgeschichte.

— 6) Wiener Sitzungsberichte Bd. 56, Abth. 2, S. 31. — *Peremeschko* gelang es im Uebrigen, auch bei Embryonen die wandungslosen Blutströmchen der Pulpa zu erkennen. — 7) Man s. *Virchow's* Cellularpathologie 4. Aufl. S. 201. In einem hochgradigen, von mir untersuchten Falle erkannte ich das Netzwerk der Pulparöhren gewaltig vergrössert und in letzterer eine mächtige Entfaltung der (injizirten) Kapillaren. Das Gewebe jener Pulparöhren und die von ihnen eingegrenzten kavernösen Venen boten nichts Auffallendes dar.

§ 236.

Wir reihen in der Verlegenheit des gegenwärtigen Wissens an die lymphoiden Theile noch eine Reihe anderer Organe von durchaus räthselhafter Funktion und theilweise zweifelhafter Struktur an, nämlich die Schilddrüse, die Nebennieren und den Hirnanhang. Man kann ihnen den alten Namen der Blutgefässdrüsen vorläufig lassen. Sie haben vielfach im erwachsenen Körper ihre Höhe schon überschritten, und sind einem Rückbildungs- und Verkümmerungsprozesse anheimgefallen.

Die Schilddrüse, *Glandula thyreoidea*[1]), zeigt uns geschlossene rundliche, in gefässreichem Bindegewebe eingelagerte Drüsenräume (Fig. 425. *a. b*), die gruppenweise zusammengedrängt rundliche oder verlängerte, röthlichgelbe Körner von 0,5640—1,1279^{mm} bilden. Diese vereinigen sich dann wieder zu Läppchen und den grossen Lappen, welche letztere wir der deskriptiven Anatomie überweisen.



Fig. 425. Zwei Läppchen der Schilddrüse des neugeborenen Kindes. *a* Kleine Drüsenräume mit ihren Zellen; *b* solche mit beginnender und *c* mit stärkerer Kolloidumwandlung; *d* stärkere lymphatische, *e* feine Anfangskanäle; *f* ein abführendes weiteres Lymphgefäss.



Fig. 426. Kolloidumwandlung. *a* Drüsenblase des Kaninchens; *b* beginnende Kolloidmetamorphose des Kalbs.

Das Stroma enthält ein gewöhnliches fibrilläres, mit elastischen Elementen gemischtes Bindegewebe von ziemlich lockerem Gefüge. Die Drüsenräume[2]) von 0,0501—0,1026^{mm} führen eine homogene, ziemlich feine bindegewebige Wandbegrenzung, welche äusserlich von einem dichten rundlichen Netze der Kapillaren umsponnen wird. Dieselben, beim Hunde 0,0072—0,0115^{mm}, beim Kalbe 0,0088, 0,0115 und 0,0144^{mm} stark, zeigen bei beiden Thieren eine mittlere Maschenweite von 0,0201—0,0226^{mm}. Die Innenfläche (Fig. 426. *a. b*) deckt ein epitheliumartiger Ueberzug niedrig zylindrischer (0,0196 hoher und 0,0113^{mm} breiter) Zellen mit etwa 0,0086^{mm} messenden Kernen [*Peremeschko*[3])]. Die Zellen lösen sich leicht in Folge der Fäulniss ab, erleiden Zersetzungen, und die Kerne werden frei. Der Hohlraum der rundlichen Drüsenkapseln pflegt anfänglich bei Embryonen eine feinkörnige Substanz mit eingebetteten Zellen und Kernen darzustellen. Aeltere

Früchte zeigen gewöhnlich in dem sich vergrössernden Hohlraum bereits eine homogene, durchsichtige, fast weiche Inhaltsmasse, das Kolloid (S. 22). Sie füllt beim erwachsenen Geschöpfe das Innere der Drüsenkapsel vollständig aus.

Die Lymphgefässe sind durch neuere Untersuchungen (*Frey* und *Peremeschko*) näher bekannt geworden. Ansehnliche knotige Stämme bedecken die Hülle des Organs, ihren Ursprung aus einem in der tieferen Schicht jener gelegenen Netzwerk sehr entwickelter Kanäle nehmend. In netzartiger Verbindung stellen die letzteren (Fig. 425. *f*) ein die sekundären Läppchen der Schilddrüse umziehendes Maschenwerk her.

Aus jenem peripherischen Netze im Bindegewebe eingegrabener Kanäle treten Seitenbahnen in das Innere, die allmählich primäre Läppchen mit vollkommneren Ringen oder mehr weniger ansehnlichen Bogen umziehen (*dd*). Aus ihnen senken sich endlich nach einwärts zwischen die einzelnen Drüsenräume spärlichere feine Gänge (*e*), welche blind endigen[4].

Die Nerven sind nicht aus dem Vagus oder Hypoglossus abstammend, sondern mit den Gefässen vom Sympathikus her in das Organ eindringend. Sie bestehen fast nur aus marklosen Fasern, und bilden Stämme mit reichlichen Astsystemen, welche im Bindegewebe zwischen den Lappen und Läppchen verlaufen. Sie zeigen theils isolirte, theils (zu 2—5) gruppirte Ganglienzellen. Die Endigung kennen wir noch nicht; feine Endfäden verlieren sich in dem den drüsigen Hohlraum begrenzenden Bindegewebe. Gegenüber der allgemeinen Annahme ist die *Thyreoidea* gar nicht arm an Nerven zu nennen; ja die des Kalbes erscheint sogar reich an ihnen (*Peremeschko*).

Indessen der erwähnte Bau erleidet baldige Aenderungen, und zwar schon sehr frühzeitig, so dass man bereits beim Neugebornen über weite Strecken dem veränderten Drüsengewebe zu begegnen vermag, und es nicht leicht ist, den ursprünglichen unveränderten Bau zu erkennen. In die drüsigen Hohlräume füllt sich mehr und mehr eine homogene, durchsichtige, festweiche Inhaltssubstanz ein (Fig. 425. *b. c*), ein Umwandlungsprodukt der Drüsenzellen, welche jetzt Kolloid (Fig. 426) genannt wird. Im späteren Leben des Menschen erfahren die geschilderten Hohlräume unseres Organs durch steigende Kolloidmenge weitere Vergrösserung und zwar bald in unverkennbarer Weise auf Kosten des interstitiellen Bindegewebes, welches eine Kompression erleidet. Höhere Grade jener Kolloidansammlung führen beim Menschen nicht selten zu einer ansehnlichen Volumzunahme des Organs, dem sogenannten Kropf oder Struma [Drüsenkopf von *Ecker*[5]].

Eine solche fortschreitende Kolloidumwandlung (bei welcher man kleine weissliche, halb transparente Punkte mit unbewaffnetem Auge erkennt) presst also das interstitielle Bindegewebe mehr und mehr zusammen und damit zugleich die in jenem eingegrabenen lymphatischen Kanäle. So nimmt jener resorbirende Apparat mehr und mehr ab, während die länger wegsamen Blutgefässe das Material zu neuer Kolloidumwandlung zu liefern fortfahren[6]. Bei weiterer Ansammlung jener Substanz gehen die Drüsenräume zu Grunde, und unter Schwund des bindegewebigen Stroma bemerkt man ein Zusammenfliessen jener. Ist die Veränderung bis zu dieser Stufe vorgeschritten, so erscheint der Drüsenlappen in eine gallertartige, meistens blassgelbe Masse verändert, die von dem Netze des schwindenden und wie mazerirt erscheinenden Bindegewebes umzogen wird. Endlich kann sich der ganze Lappen zu einer zusammenhängenden Kolloidmasse verwandeln. Mit diesen Veränderungen gehen anatomische Umwandlungen der Drüsenzellen Hand in Hand, indem diese, mit derselben Substanz erfüllt, schliesslich eine Auflösung erfahren.

Ueber die Funktion der Schilddrüse besitzt man nur Hypothesen. In ihrer ausgepressten Flüssigkeit hat man Leucin, Hypoxanthin, sowie flüchtige Fettsäuren, Milch- und Bernsteinsäure gefunden[7]. Ihr spezifisches Gewicht bestimmten zu 1,045 *Krause* und *Fischer*[8].

Nach den Untersuchungen *Remak*'s[9]) entsteht die Thyreoidea in Gestalt einer hohlen Aussackung von der Mittellinie der vorderen Schlundwand; also anfänglich nach Art einer Darmdrüse. Bald trennt sie sich jedoch vom Schlunde ganz ab, und aus der unpaaren Blase werden durch Theilung ihrer zwei. Jede erhält Einschnürungen und somit ein gelapptes Ansehen. In der verdickten Wand entstehen dann nachträglich solide Zellenhaufen, welche später, von Bindegewebe umhüllt und flüssige Masse zwischen sich darbietend, zu den Drüsenräumen der Schilddrüse sich gestalten. Die grosse Hauptblase jeder Seite scheint durch Abschnürung ebenfalls drüsige Elemente zu bilden, und in dieser Thätigkeit ihr eigenes Ende zu finden. Theilungen der Drüsenkapseln scheinen als Wachsthumsphänomen nicht selten vorzukommen (*Peremeschko*). Die Schilddrüse dürfte übrigens beim Neugeborenen am entwickeltsten sein, um schon nach einigen Wochen in dem Wachsthum namhaft zurückzubleiben.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Schwager-Bardeleben* und *Ecker l. l. c. c.*; *Panagiotides* und *Wagner* in *Froriep*'s Neuen Notizen Bd. 40, S. 193; sowie des Ersteren Dissertation. *De glandulae thyreoideae structura penitiori. Berolini* 1847; *Handfield Jones*, Artikel: »*Thyroid gland*« in der *Cyclopaedia Vol.* 4, *p.* 1102; *Le Gendre, de la thyroide. Paris* 1852. *thèse*; *Koelliker*'s Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 327; *Kohlrausch* in *Müller*'s Archiv 1853, S. 142; *Eulenberg*, Anat.-pathol. Untersuchungen über die Schilddrüse. Göttingen 1859; *Frey* in der Vierteljahrsschr. d. naturf. Gesellsch. in Zürich Bd. 8, S. 320; *Peremeschko* in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 17, S. 279; *E. Verson* im *Stricker*'schen Handbuch S. 267 (Kompilation); *P. A. Boéchat, recherches sur la structure normale du corps thyroïde. Paris* 1873. — 2) Man findet keine strukturlose, jenen Hohlraum auskleidende Membran, so vielfach sie auch angegeben worden ist. Hierin stimmen mit unseren Untersuchungen auch *Hessling* (a. a. O. S. 265) und *Peremeschko* (a. a. O.) überein. — Nach *Virchow*, Geschwulstlehre Bd. 3, Hälfte 1, S. 7 und *Boéchat* (a. a. O.) sollen diese Drüsenräume ganz unregelmässig geformt und in ausgedehnter Kommunikation mit einander stehend sein. — 3) Die Drüsenzellen zeigen an ihrer freien, d. h. dem Hohlraum zugekehrten Fläche einen verdickten hellen Saum, während sie am entgegengesetzten Ende 1—10 feine Fortsätze und somit ein quastenförmiges Ansehen darbieten, wie es *Pflüger* an Zellen der Speicheldrüsen (s. u. § 245) fand. Kommt es im späteren Leben zu ansehnlicherer Vergrösserung der drüsigen Hohlräume, so nehmen jene zelligen Elemente die unregelmässigsten und bizarrsten Formen an. — 4) Wie *Boéchat* annehmen zu müssen glaubt, erstreckt sich das Lymphgefässsystem als kavernöses Netz in noch weit grösserer Ausdehnung durch das bindegewebige Gerüste unseres Organs. Seine Kanäle (von Endothelplättchen hergestellt) sollen unmittelbar den Drüsenzellen äusserlich aufliegen (?). Die Untersuchungsmethode des Verfassers war im übrigen eine sehr primitive, um nicht zu sagen rohe. Ich konnte nichts bestätigen. — 5) *Ecker l. c.* S. 109. Wir sind seiner Schilderung genau gefolgt. Man s. noch *Ecker* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift Bd. 6, S. 123; *Frerichs*, Ueber Gallert- und Kolloidgeschwülste. Göttingen 1846 und *Rokitansky* in den Denkschriften der Wiener Akademie Bd. 1, S. 243. — 6) *Frey* a. a. O. — 7) *Frerichs* und *Staedeler l. c.* S. 89 und *Gorup* a. a. O. — 8) a. a. O. — 9) S. dessen Werk S. 122; *Koelliker* a. a. O. S. 331 und Entwicklungsgeschichte S. 389.

§ 237.

Einen anderen Ausgang, nämlich vom mittleren Keimblatte, bieten die **Nebennieren**, *Glandulae suprarenales*[1]), paarige Organe von durchaus ungekannter Funktion. Sie zeigen, umschlossen von bindegewebiger Kapsel, eine Differenz der Substanz in anatomischer und wohl auch physiologischer Beziehung, so dass man **Rinde** und **Mark** unterscheidet. Die Rinde besitzt ein strahliges Ansehen, bei den verschiedenen Geschöpfen eine bräunlich oder röthlich, bis zum Weisslichen gehende gelbe Färbung und eine mässige Konsistenz. Im Gegensatze hierzu bemerken wir die hellere grauröthliche oder grauweissliche Markmasse weniger resistent. Eine verdunkelte schmale Grenzzone, gelbbraun (bisweilen grünlich oder schwärzlichbraun), findet sich beim Menschen zwischen beiderlei Substanzen. Sie zerfliesst bei ihrer grossen Weichheit leicht nach dem Tode, und gibt zur Abtrennung des Marks Veranlassung.

Die **Hülle** (Fig. 427. *c*) besteht aus Bindegewebe mit elastischen Elementen. Nach aussen geht sie in formloses, Fettzellen beherbergendes Bindegewebe über.

Nach einwärts sendet sie reichliche bindegewebige Fortsätze ab, welche das Organ durchsetzen, und in ihrer weiteren Gestaltung ein Fachwerk bilden, dessen Lücken von Zellen erfüllt werden.

Sehen wir nun nach der **Rindensubstanz** der Nebenniere.

Jene balkenartigen Fortsätze sind ziemlich stark, ziehen radienartig nach einwärts und verleihen der beim Menschen etwa 0,6767—1,1279^{mm} mächtigen Rinde ein schon dem unbewaffneten Auge sichtbares faseriges Ansehen. Seitlich von ihnen abtretende Bindegewebezüge in Verbindung mit andern, die von der Innenfläche der Hülle ausgegangen, treten zusammen, und umgrenzen eine grosse Menge drüsiger Hohlräume. Dieselben sind an der Peripherie des Organs gewöhnlich kurz [2]), um bald, dem Zuge der Scheidewände folgend, ein säulenartiges Ansehen zu gewinnen (Fig. 427. *a*. *b*. 428. *a*). Querschnitte dieser Zellenreihen (Fig. 429. *d*) zeigen jedoch keineswegs immer rundliche, sondern nicht selten auch oblonge, nieren- und halbmondförmige Gestaltungen. Auch spitzwinklige Verästelungen und Theilungen jener Drüsenzylinder bietet die Seitenansicht. Nach einwärts werden diese Hohlräume der Rindensubstanz abermals kürzer und kürzer, so dass sie schliesslich mehr rundliche Gestaltung gewinnen. Von hier an kommt dann über die bis dahin wenig veränderten starken Bindegewebebalken ein rasches strahliges Zerfahren, so dass gegen das Innere zu immer kleinere und kleinere Lücken umgrenzt werden, und die Gerüstemasse eine sehr engmaschige geworden ist. In den Knotenpunkten jenes Netzwerkes liegen Kerne, so dass eine Verwandtschaft mit der lymphoiden retikulären Bindesubstanz sich ergibt [*Joesten* [2])].

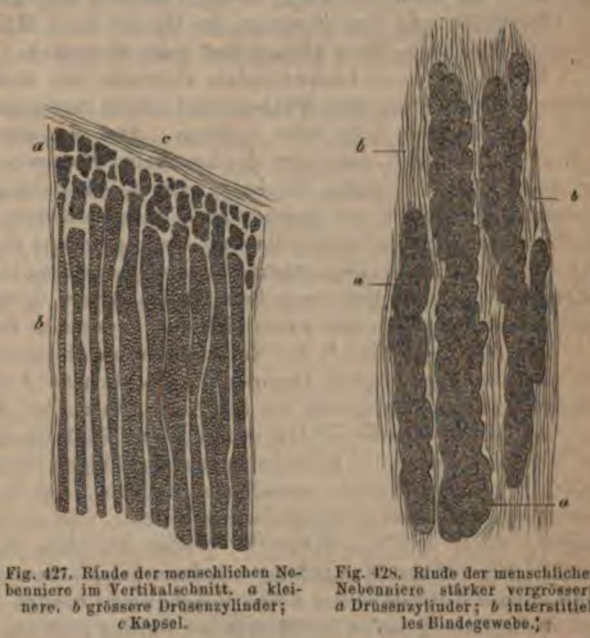


Fig. 427. Rinde der menschlichen Nebenniere im Vertikalschnitt. *a* kleinere, *b* grössere Drüsenzylinder; *c* Kapsel.

Fig. 428. Rinde der menschlichen Nebenniere stärker vergrössert. *a* Drüsenzylinder; *b* interstitielles Bindegewebe.

Eine zähflüssige dunkle Masse erfüllt als Inhalt das eben geschilderte Lückenwerk der Rindensubstanz. Sie besteht bei genauerer Prüfung aus hüllenlosen, mit eiweissartigen Molekülen und nicht selten reichlichen Fettkörnchen versehenen Zellen (Fig. 428. *a*. 429. *d*). Der weiche Körper letzterer, 0,0135—0,0174^{mm} messend, beherbergt einen 0,0090—0,0056^{mm} grossen Kern. In der dunklen Grenzzone enthalten unsere Zellen grosse Mengen bräunlicher Farbemoleküle eingebettet.



Fig. 429. Querschnitt durch die Rindensubstanz der menschlichen Nebenniere. *a* bindegewebiges Gerüste; *b* Kapillaren; *c* Kerne; *d* Drüsenzellen.

Während in den inneren kleineren Lücken nur wenige Zellen Platz finden, umschliessen zuletzt die grossen radialen Längsfächer ganze

Schaaren derselben (Fig. 428). Indessen auch diese Hohlräume ergeben sich noch von einem feinen Retikulum durchsetzt (*von Brunn*).

Eine *Membrana propria*, welche man früher um jene Zellenhaufen annahm, so dass sie zu Drüsenschläuchen wurden (*Ecker*), fehlt unserer Erfahrung nach vollständig.

Noch grössere Schwierigkeiten bietet die Erforschung der sehr zarten Marksubstanz uns dar.

Die an der Grenze der Rindenmasse so feinmaschig gewordenen Gerüstefasern treten hier wieder etwas mehr zusammen, und verbinden sich schliesslich mit den Fortsätzen eines derberen Bindegewebes, welches die im Zentrum des Organs gelegenen stärkeren Blutgefässe, namentlich die grosse Vene, umhüllt.

Von jenem Gerüste eingegrenzt finden sich nun im Mark grosse ovale Räume. Sie übertreffen in ihren Dimensionen die äusserlichen der Rindensubstanz, besitzen aber nicht die radiale Stellung, sondern wenden entgegengesetzt ihre breiten Seiten der Oberfläche und dem Zentrum des Organs zu. Mehr rundlich und kleiner erscheinen jene medullären Hohlräume beim Menschen.

Erfüllt ist unser Lückensystem abermals von hüllenlosen Zellen mit einem schönen bläschenförmigen Nukleus und einem zart granulirten Körper. Fettmoleküle sind dagegen hier sehr sparsam. Das Ausmaass der Zellen (0,0180—0,0350^{mm}) übertrifft dasjenige der kortikalen Elemente. Sie akkommodiren sich bei ihrer Weichheit gegen einander. Da sie einer eckigen dicken Scheibe ähneln, können sie von der Kante gesehen an Zylinderepithelien erinnern. Nach *von Brunn* besitzen sie sogar meistentheils eine ausgesprochene Spindelform, und schliessen sich mit ihren Ausläufern zuletzt der bindegewebigen Gerüstemasse an. Sehr auffallend ist eine tiefe Bräunung ihres Zellenkörpers durch chromsaures Kali, während die Rindenzellen nur wenig sich dabei verändert zeigen (*Henle*).

Die Blutgefässe[3]) der Nebennieren bieten mancherlei Eigenthümlichkeiten dar, und kommen unsern Organen in reichlichster Fülle zu. Zahlreiche kleine arterielle Stämmchen (theils aus der Aorta, theils der *Art. phrenica, coeliaca, lumbalis* und *renalis* stammend) treten mit feinen Verästelungen in die Nebenniere ein, um sich zu einem radial gerichteten längsmaschigen Haargefässnetz etwa 0,0059—0,0074^{mm} breiter Röhren aufzulösen, welches, den bindegewebigen Zügen entsprechend, durch die Rindensubstanz verläuft, und mit seinen 0,0451—0,0564^{mm} langen, sowie 0,0293—0,0201^{mm} breiten Maschen die Zellenanhäufungen umstrickt. Eigentliche Haargefässe scheinen der Markmasse gänzlich zu fehlen, wie denn auch die Rinde sicher keine Venenzweige besitzt.

Beim Uebergang in die Markmasse werden jene arteriellen Haargefässe weiter, treten zusammen, und vereinigen sich bald zu ansehnlicheren, aber sehr dünnwandigen Kanälen. Diese treffen spitzwinklig zusammen, und setzen dabei im Allgemeinen die Richtung der Rindenkapillaren fort. Ein grosser Theil des Markes ist dann durch ein derartiges, ungemein ausgebildetes venöses Netzwerk 0,0200—0,0293^{mm} und mehr breiter Röhren mit seitlichen Abständen von 0,0200—0,0345^{mm} erfüllt. Aus ihrem Zusammentritt entstehen starke Stämme, welche endlich in den überaus weiten, im zentralen Theile des Organs gelegenen, in der Regel einfachen Venenstamm sich einsenken. Es ist demnach die Rindenmasse von feinen arteriellen, die Marksubstanz von weiten venösen Netzen durchzogen.

Ueber die Lymphgefässe[4]) fehlen Beobachtungen.

Höchst auffallend erscheint noch die Markmasse unseres Organs durch ihren beträchtlichen Reichthum an Nerven (*Bergmann*), welche bei manchen Säugethieren höchst entwickelte mikroskopische Geflechte herstellen, und Ganglienzellen erkennen lassen (*Holm*). Man hat darauf hin an eine Beziehung zum Nervensystem gedacht[5]). Die Endigung jener Nerven ist noch unbekannt. In der Rinde scheinen sehr häufig Nervenfasern des Gänzlichen zu fehlen.

Ueber die Mischung der Nebennieren (spezif. Gewicht nach *Krause* und

Fischer 1,054) liegen nur einige Notizen vor. Dieselben enthalten reichlich Leucin und Myelin [*Virchow*[6]]. Inosit und Taurin traf beim Rinde *Holm*[7]). Ebenso sollen bei Pflanzenfressern nach *Cloez* und *Vulpian*[8]) Hippursäure und Taurocholsäure in unserm Organ vorkommen (?). *Vulpian*[9]) traf überdies in der Markmasse einen durch das Stehen an der Luft und durch Iodlösung roth, sowie durch Eisenchlorid schwarzblau sich färbenden Körper an, den *Virchow* bestätigte.

Die physiologische Bedeutung der Nebenniere ist gänzlich dunkel[10]).

Die Nebennieren sind manchen Erkrankungen unterworfen, welche in neuerer Zeit gelegentlich der sogenannten *Addison*'schen Krankheit[11]) vielfache Erörterungen veranlasst haben. Verbunden mit Desorganisationen jener findet sich bei heruntergekommenen Subjekten eine nicht selten hochgradige Verfärbung der Haut, hervorgerufen durch das Auftreten eines entweder diffusen oder sehr fein molekulären Pigmentes von gelblicher oder gelbbräunlicher Farbe in den tieferen Zellenschichten des *Rete Malpighii* (bronzed skin). Der eigenthümliche Farbestoff in der Grenzzone zwischen Rinde und Mark, dessen wir schon oben gedachten, ist möglicherweise bei diesen noch sehr dunklen und Zweifel erweckenden Vorgängen betheiligt[12]).

Die Entwicklung[13]) geschieht gleichzeitig mit der Niere, aber unabhängig von derselben, aus einer Zellenmasse des mittleren Keimblattes, wie wir schon bemerkt haben. Das Blastem für die Rindenmasse liegt der Aorta, dasjenige für die Marksubstanz den sogenannten Kardinalvenen näher (*von Brunn*). Höchst eigenthümlich ist der Umstand, dass in früher Fötalperiode die Nebennieren anfänglich das harnabsondernde Organ an Massenhaftigkeit übertreffen; dann etwa mit der zwölften Woche des menschlichen Fruchtlebens letzterem gleich gross getroffen werden, um von da an mehr und mehr zurückzubleiben. Die Histogenese bedarf näherer Studien.

Anmerkung: 1) Man vergl. *C. Bergmann, Dissertatio de glandulis suprarenalibus. Gottingae* 1839; *Ecker*'s Monographie, Der feinere Bau der Nebennieren etc. Braunschweig 1846, sowie dessen Artikel: »Blutgefässdrüsen« S. 128; *Frey*, Artikel: *»Suprarenal capsules«* in der *Cyclopaedia Vol.* 4, *p.* 827; *Koelliker*, Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 377, Gewebelehre 5. Aufl., S. 514 und Entwicklungsgeschichte S. 271 und 434; *Werner, De capsulis suprarenalibus. Dorpati* 1857. *Diss.*; *G. Joesten* im Archiv der Heilkunde, 5. Jahrgang. S. 97; *A. Moers* in *Virchow*'s Archiv Bd. 29, S. 336; *Henle* in seiner und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 24, S. 143 und Eingeweidelehre S. 561; *J. Arnold* in *Virchow*'s Archiv Bd. 35, S. 64; *M. Grandry* in dem *Journ. de l'Anat.* 1867, *p.* 225; *Eberth* in *Stricker*'s Handbuch S. 508; *A. von Brunn*, Arch. für mikrosk. Anat. Bd. 8, S. 618. — 2) Nach dem Verf. durchsetzen noch feine Fasern die zellenbeherbergenden Hohlräume, um jedes Element ein feinstes Fachwerk bildend, was von *Henle* geläugnet wird. — 3) Man vergl. hierüber *Moers* a. a. O. Unsere eigenen Beobachtungen betreffen den Menschen, Ochsen, das Schwein, die Katze und das Meerschweinchen. Auf mancherlei Differenzen in der Marksubstanz können wir hier nicht weiter eintreten. — 4) In der Nähe grösserer arterieller Stämmchen sah *Joesten* bindegewebig eingegrenzte Hohlgänge, möglicherweise lymphatische Kanäle. — 5) Es ist dieses zuerst von *Bergemann* geschehen, welcher mehrere Nachfolger, wie *Luschka, Leydig* und *Koelliker* erhalten hat. Eine spätere Untersuchung über die Nervenfasern und Ganglienzellen unseres Ornans lieferte *F. Holm* (Wiener Sitzungsberichte. Bd. 53, Abth. 1, S. 314). In der allerletzten Zeit hat sich für eine Beziehung zum Sympathikus wiederum erklärt *S. Mayer* (Wiener Sitzungsberichte, Bd. 66, Abth. 2, Juliheft) während *von Brunn* die entgegengesetzte Anschauung vertritt. — 6) Dessen Archiv Bd. 12, S. 480; man s. auch *G. Zellweger*, Untersuchungen über die Nebennieren. Bern 1858. Diss. — 7) *Erdmann*'s Journal Bd. 100, S. 150. — 8) *Comptes rendus, Tome* 45, *p.* 350. Benzoesäure will *Seligsohn* (*De pigmentis pathologicis ac morbo Addisonii, adjecta chemia glandularum suprarenalium. Berolini* 1855) gefunden haben. — 9) *Comptes rendus Tome* 43, *p.* 663; *Gaz. méd. de Paris* 1856, No. 24; *Virchow* a. a. O. — 10) Nach *Brown-Sequard* sollte die Exstirpation beider Nebennieren in wenigen Stunden das Thier tödten, und sein Blut mehr Pigment als beim normalen Geschöpfe besitzen. Diese Angaben haben sich nicht bestätigt. — 11) *T. Addison, On the constitutional and local effects of disease of the suprarenal capsule. London* 1855. — 12) *Virchow*, Die krankhaften Geschwülste Bd. 2, S. 277 und 688. — 13) *Remak* a. a. O. S. 110; *Ecker l. c.*; *Brunn* a. a. O. Bei Thieren kommt diese transitorische Präponderanz der Nebenniere nicht vor.

§ 238.

Der Hirnanhang, *Hypophysis cerebri*[1], hatte schon einmal in alter Zeit für ein drüsiges Ding gegolten, um später in die Reihe der nervösen Organe versetzt zu werden.

Derselbe, allen vier Wirbelthierklassen zukommend, aber beim Menschen und Säugethier am kleinsten erscheinend, besteht hier aus zwei Abtheilungen oder Lappen. In dem kleineren hinteren grauen Theile trifft man in bindegewebigem Substrate vereinzelte feine Nervenröhren, an Ganglienkörper erinnernde Zellen, ein bindegewebiges Fachwerk mit Spindelzellen und Blutgefässen, dagegen keine drüsigen Elemente.

Der vordere viel grössere röthlichere Lappen hat keineswegs durchaus den gleichen Bau. Er wird von einem Kanale durchzogen (*Peremeschko*), und zeigt, wie schon vor langen Jahren *Ecker* fand, den Bau einer sogenannten Blutgefässdrüse. Ein von Blutgefässen reichlich durchzogenes bindegewebiges Gerüste grenzt rundliche oder ovale, bei Säugethier und Mensch 0,0496—0,0699^{mm} messende Drüsenräume ab. In ihnen erhält man 0,0140^{mm} messende Zellen mit ansehnlichem feinkörnigem Körper. Einer Kolloidumwandlung derselben wie bei der Schilddrüse kann man auch hier begegnen (*Ecker*, *Peremeschko*). Der Kanal, dessen Form bei verschiedenen Thieren sehr wechselt, trägt bei letzteren eine Auskleidung plattenförmiger, beim Menschen dagegen flimmernder Zellen. Jener hängt mit der Höhle des Infundibulum zusammen. Hinter dem Kanal nimmt das Drüsengewebe einen etwas anderen Charakter an. Man bemerkt neben feinmolekulärer Masse und freien Kernen Zellen, welche an feinkörniger Substanz verarmt sind. Auch Kolloidblasen kommen hier vor; ein entwickelteres Bindegewebe stellt die Gerüstemasse her.

Die Hypophysis wird von reichen Netzen 0,0050^{mm} messender Kapillaren durchzogen. Die vordere Partie ist die an Gefässen reichere (*Peremeschko*).

Vor einigen Jahren entdeckte *Luschka*[3] beim Menschen ein sonderbares kleines Organ von rundlicher Gestalt und über 2^{mm} Durchmesser, welchem er bei seiner Lage an der Spitze des *Os coccygeum* den Namen der Steissdrüse beilegte. Der Bau, wie ihn der Entdecker schilderte, und welcher durch die sich zunächst anreihenden Nachprüfungen von *Henle*, *Krause* und *Koelliker* keine wesentlichen Einwürfe erfahren hatte, erinnerte, unbeschadet mancher Eigenthümlichkeiten, an die sogenannten Blutgefässdrüsen, nämlich die Hypophysis und Nebenniere. Mit ersterem Organe theilt die Steissdrüse die Stellung an dem einen Ende des Sympathikus, mit letzterem eines nicht unbeträchtlichen Nervenreichthums. In einem ziemlich derben, sehr zahlreiche Längskerne beherbergenden Bindegewebe sollten als Drüsenelemente rundliche Blasen, einfache und verästelte Schläuche enthalten sein.

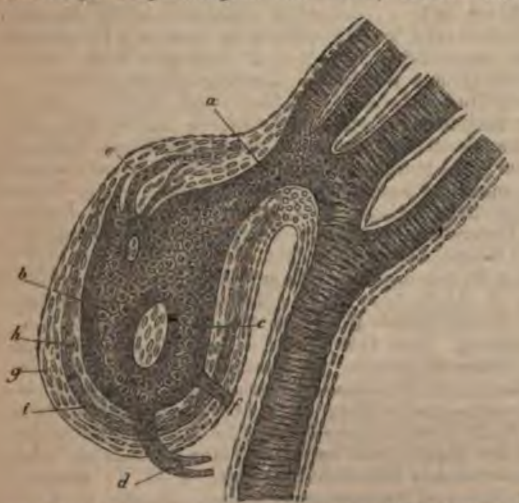


Fig. 430. Gefässdivertikel *b c* der Steissdrüse mit Endothel ausgekleidet; *a* zuführender, *d* ableitender Arterienzweig; *e*. *f* Aeste, welche sich im Haargefässnetz auflösen; *h*. *i* Muskulatur; *g* Hülle (nach *Arnold*).

Die sogenannte Steissdrüse erhält ihr Blut von einem Aste der *Sacralis media*, und ist überhaupt an Gefässen reich.

Diese Schilderung ist in

neuer Zeit durch *J. Arnold*[4]) des Gänzlichen in Abrede gestellt worden. Nach ihm gibt es keine drüsigen Elemente überhaupt; es gehört vielmehr alles dem Gefässsystem an, und stellt in einfacher Gestalt ein System von Aussackungen arterieller Zweige (Fig. 430. *b. c*), in höherer Entwicklung ein an den *Glomerulus* der Niere erinnerndes knauelartiges System von Divertikeln, immer mit dem Bau der Arterienwand und starker Entwicklung einer äusserlichen longitudinalen Muskulatur (*h i*) dar, wobei Gruppen jener Schläuche kontinuirlich in arterielle Zweige (*a*) einleiten, und gleich diesen mit Blut erfüllt sind, bei der Feinheit der zu- und abführenden (*d. e. f*) Blutgefässe aber wie geschlossen erscheinen können[5]).

Indessen diese Angaben wurden bald hinterher in Frage gestellt. Man hat die drüsige Natur des Dings wieder betont, und die von *Arnold* für Endothel genommenen Zellen ein erst in ihrem Innern gelegenes Gefässrohr umhüllen lassen (*Sertoli, Luschka* u. A.).

Auch das sogenannte *Ganglion intercaroticum*, welches, wie *Luschka*[6]) fand, sich an die Steissdrüse enge anschliesst, zeigt nach den Forschungen *Arnold*'s denselben eigenthümlichen Gefässcharakter wie jene[7]). Indessen hier sind wiederum *Arnold*'s Angaben in neuester Zeit bestritten worden[8]).

Anmerkung: 1) Man vergl. *A. Hannover, Recherches microscopiques sur le système nerveux. Copenhague et Paris* 1844; *Ecker*'s Artikel: »Blutgefässdrüsen« S. 160; *Koelliker*'s Gewebelehre 5. Aufl., S. 302; *Luschka*, Der Hirnanhang und die Steissdrüse des Menschen. Berlin 1860; *Reissner*, Der Bau des zentralen Nervensystems der ungeschwänzten Batrachier. Dorpat 1864, S. 94; *Henle* in s. und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 24, S. 143 ff. und *Peremeschko* in *Virchow*'s Archiv Bd. 38, S. 429. — 2) Wir verweisen in Betreff der Entstehung auf *Koelliker*'s Entwicklungsgeschichte S. 194 u. 241. Man s. noch *Dursy* im Centralblatt 1868, S. 113 und *Landzert* S. 655. — Es ist nach dem vorliegenden Material nicht unwahrscheinlich, dass der drüsige Theil der Hypophysis durch eine Einstülpung des Rachenepithel entstehe. Diese Ansicht hat zuerst *Rathke* (*Müller*'s Archiv 1838, S. 482) ausgesprochen, freilich hinterher (Entwicklung der Schildkröten. Braunschweig 1848, S. 29) wieder zurückgenommen. — 3) Vergl. *Virchow*'s Archiv Bd. 18, S. 106 (1859) und die Note 1 erwähnte Monographie; Bestätigung fand der *Luschka*'sche Fund durch *Krause* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 10, S. 293 und Anat. Untersuchungen S. 98, sowie *Henle* im Jahresberichte und *Koelliker*, Gewebelehre 4. Aufl., S. 538. — 4) S. dessen Aufsatz in *Virchow*'s Archiv Bd. 32, S. 293 und Bd. 35, S. 220; *G. Meyer* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 28, S. 125; *E. Sertoli* in *Virchow*'s Arch. Bd. 42, S. 370; *Koelliker*'s Gewebelehre, 5. Aufl., S. 643; *Luschka* im *Journal de l'Anat. et de la Phys. Tome* 5, *p.* 269; *A. Macalister* (*Brit. med. Journ.* 1868, *p.* 367). *Eberth* im *Stricker*'schen Handbuch S. 209. — 5) Die von *Luschka* beschriebenen Hohlgebilde lassen sich, wie *Arnold* mittheilt, als »Gefässsäcke« von den Arterien aus erfüllen. Man s. auch *Krause* in den Göttinger Nachrichten 1865, No. 16. — 6) Vergl. *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1862, S. 405. — 7) *Virchow*'s Archiv Bd. 33, S. 190. — Auch für die Nebenniere will *Arnold* Aehnliches gesehen haben. Mir ist nichts Derartiges bis jetzt daselbst vorgekommen, obgleich ich manchfache Injektionen des letztgenannten Organes sowohl bei kleineren als grösseren Säugethieren angestellt habe. — 8) Vergl. *C. L. Heppner* in *Virchow*'s Arch. Bd. 46, S. 401. Er fasst die Karotidendrüse in derselben Weise auf, wie es von *Sertoli* mit der Steissdrüse geschehen ist. Man s. noch *Pförtner* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 34, S. 240 (mit anderer, an *Arnold* sich anreihender Deutung).

2. Der Athmungsapparat.

§ 239.

Der Respirationsapparat wird hergestellt von dem ein- und ausführenden verzweigten Kanalwerk und dem respirirenden Theile. Ersteren bilden Kehlkopf, Luftröhre und Luftröhrenäste; letzteren stellen die Lungen dar. Das Ganze kann einer traubigen Drüse verglichen werden, zeigt jedoch sowohl anatomisch, namentlich durch die starke Entwicklung des elastischen Gewebes, als auch physiologisch bedeutende Eigenthümlichkeiten.

Der **Kehlkopf**, *Larynx*[1]) besteht aus den einzelnen **Knorpelstücken**, welche die deskriptive Anatomie kennen lehrt, den **Ligamenten derselben**, einer innern auskleidenden **Schleimhaut** und den bewegenden **Muskeln**.

Schon früher beim Knorpelgewebe wurde der verschiedenen **Kehlkopfknorpel** gedacht. Dieselben repräsentiren die differenten Erscheinungsformen des betreffenden Gewebes. Von hyaliner Knorpelmasse werden gebildet die *C. thyreoidea*, *cricoidea* und die *C. C. arytaenoideae*[2]). Doch beginnen an letzteren schon einzelne Theile, nämlich der *Processus vocalis* und die Spitze, zum elastischen Knorpelgewebe sich umzuwandeln (§ 107 S. 184). Ganz von letzterem aber sind hergestellt der Kehldeckel (*Epiglottis*), die *Wrisberg*'schen und *Santorini*'schen Knorpel (§ 108 S. 185), während die *C. triticea* meistens bindegewebig erscheint (§ 109 S. 186).

Die **Bänder** des Kehlkopfs bestehen entweder zum grössten Theil ihrer Masse aus elastischen Fasern, oder sind wenigstens reich an diesen (S. 235). Wesentlich elastischer Natur treten uns die eigentlichen **Stimmbänder**, *Ligamenta thyreo-arytaenoidea inferiora* entgegen.

Die **Kehlkopfmuskeln** gehören noch der quergestreiften Faserformation an (§ 164 S 290).

Der **Kehldeckel** trägt beim Erwachsenen auf der vorderen Fläche ein stark geschichtetes (0,2—0,3^{mm} messendes) Plattenepithel, ein weit dünneres (0,06—0,1^{mm}) auf der Hinterfläche. Der Grundtheil der letzteren besitzt einen geschichteten Flimmerüberzug [von 0,15^{mm} und mehr[3]).

Die **Schleimhaut** des *Larynx* erscheint besonders in den tieferen Partieen reich an elastischem Gewebe; sie bietet ein ziemlich derbes Gefüge dar und eine meistens glatte Oberfläche. Stellenweise zeigt sie jedoch kleinere oder grössere Papillen, wie auf den wahren Stimmbändern. Ihre oberste Lage lässt dicht unter dem Epithel im Bindegewebe eingebettet Lymphoidkörperchen[4]) erkennen, eine Einlagerung, welche sich bis zum Vorkommen vereinzelter oder gruppirter Lymphfollikel zu steigern vermag[5]).

Wir treffen endlich zahlreiche **traubige Drüschen**, welchen man die Schleimabsonderung des Larynx zuschreibt. Sie liegen theils mehr zerstreut, theils stellenweise gedrängt neben einander, und können mit ihren Drüsenkörpern in Gruben der Knorpelsubstanz eingebettet sein. Ihr ausführender Kanal erscheint dickwandig, die Acini sind vielfach verlängert und von hellen niedrigen Zylinderzellen ausgekleidet[6]).

Das **Epithelium** besteht vom Grunde des Kehldeckels und den oberen Stimmbändern an mit Ausnahme eines geschichteten Plattenepithelium, welches die eigentlichen oder unteren Stimmbänder bekleidet[7]), aus einer schwach geschichteten Lage flimmernder Zellen[8]) (S. 157). Zwischen ihnen kommen Becherzellen vor, welche auch in der Luftröhre und deren Astsystemen nicht vermisst werden [*Gegenbaur*[9]), *Knauff*[10])].

Die sehr reichlichen **Nerven** des Kehlkopfs sind Vagusäste, nämlich der an feinen markhaltigen Fasern reiche, vorzugsweise sensible *Laryngeus superior* und der aus breiten Fasern gebildete und wesentlich motorische *Laryngeus inferior*[11]). Ihre Verzweigungen können mikroskopische Ganglien führen. Die Ausbreitung geschieht an die Muskeln, das Perichondrium und die Mukosa. In der oberen Schleimhautschicht bilden sie einen zierlichen regelmässigen Plexus. Einzelne Fasern scheinen im Epithel nach *Luschka* (S. 343) in eigenthümliche Terminalkörperchen überzugehen[12]).

Die **Blutgefässe** kommen in reichlicher Fülle vor. Sie bilden mehrere übereinander gebettete dichtere Maschennetze. Man kann im Allgemeinen drei derselben unterscheiden [*Boldyrew*]. **Lymphgefässe** sind zahlreich und bilden durch Schleimhaut und Submukosa ein oberflächliches und ein tieferes, freilich nicht überall scharf zu trennendes Netz [*Teichmann*[13]), *Boldyrew*[14])].

Anmerkung: 1) Man vergl. *Koelliker*'s Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 295; *Henle*'s Eingeweidelehre S. 228. *C. F. Naumann*, *Om byggnåden af luftröhrsckufvadet hos den fullväxta menniskan. Lund* 1851. *Rheiner*, Beiträge zur Histologie des Kehlkopfs. Würzburg 1852. Diss.; *Luschka* in *Schultze*'s Arch. Bd. 5, S. 126, sowie dessen Monographie: der Kehlkopf des Menschen. Tübingen 1871; *Verson* im *Stricker*'schen Handbuch S. 452, sowie in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 57, Abth. 1, S. 1093. — 2) Ueber die Altersveränderungen dieser Knorpel enthält § 106 bereits das Nothwendige. — 3) Beim neugebornen Kinde besitzt die ganze Hinterfläche der Epiglottis Flimmerzellen. In dem Plattenepithel der Hinterseite beim Erwachsenen fand *Verson* eigenthümlich knospenartige Körper mit einem Axenkanal und einer von ausgezogenen Epithelzellen hergestellten Wandung. — 4) S. *Luschka* a. a. O. S. 132. — 5) *Verson* a. a. O. S. 459; *M. Boldyrew* in *Rollett*'s Untersuchungen S. 237. — 6) *Boldyrew* a. a. O. S. 240, *Verson* a. a. O. — 7) *Rheiner* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 3, S. 222 und dessen Beiträge zur Histologie des Kehlkopfs. — 8) *F. E. Schulze* (Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 3, S. 192) hat in neuerer Zeit jenes, von *Reichert* und *Henle* für ungeschichtet erklärte Flimmerepithel der Luftwege wiederum geprüft. — Nach seinen Beobachtungen ragen die Wimpern tragenden Zylinder bis zum Schleimhautgewebe herab; doch kommen zwischen ihren beträchtlich verschmälerten unteren Enden mehr indifferent gestaltete, rundliche oder unregelmässig eckige flimmerlose Zellen vor, wohl die Ersatzzellen des Wimperepithel darstellend. — 9) *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1863, S. 157. — 10) *Virchow*'s Archiv Bd. 39, S. 442. — 11) Man vergl. hierzu *Volkmann*'s Artikel »Nervenphysiologie« im Handw. der Phys. Bd. 2, S. 595, ebenso die frühere mit *Bidder* herausgegebene Schrift: Die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems. Leipzig 1842. — 12) Auch *Boldyrew* in *Schultze*'s Arch. Bd. 7, S. 166 scheint etwas Aehnliches gesehen zu haben, drückt sich aber sehr vorsichtig aus. Man s. noch *Lindemann*, in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 36, S. 148. — 13) a. a. O. 171. — 14) An letzterem Orte S. 174.

§ 240.

Die Luftröhre, *Trachea*, und ihre Aeste, die Bronchien[1]), können als ein aus festem fibrösem Gewebe bestehender ramifizirter Schlauch aufgefasst werden, in dessen vorderer Wand die Halbringe der Knorpel (*Annuli cartilaginei*) eingebettet liegen, so dass das fibröse Rohr einmal ihr Perichondrium und dann die verbindende Bandmasse (*Ligamenta interannularia*) zwischen den einzelnen Halbringen abgibt; ebenso nach hinten als *Membrana transversa* den so gebildeten knorpligen Halbkanal schliesst. Letzterer Theil führt dann nach einwärts gegen die Schleimhaut eine kräftige Lage wesentlich querlaufender Muskelbündel.

Das den Kanal also zunächst herstellende fibröse Gewebe ist abermals sehr reich an elastischen Fasern (S. 235).

Die Trachealknorpel gehören der hyalinen Formation an (§ 107), und bieten nichts Auffallendes dar.

Die Muskellage der Luftröhre besteht aus glatten Fasern (§ 163), und besitzt eine 0,8—1,2^{mm} erreichende Mächtigkeit. Der Reichthum elastischen Gewebes, welchen wir durch das ganze Athmungsorgan vorfinden, bringt hier elegante elastische Sehnen mit sich, vermöge deren unsere Muskelbündel von dem Perichondrium der Endstücke der *Annuli cartilaginei* entspringen. Nach aussen von dieser transversalen Muskelschicht kommen, wenn auch nicht immer, doch häufig, vereinzelte Längsbündel vor, welche von der fibrösen Wand des Kanals ihren Ursprung nehmen (*Koelliker*).

Die Schleimhaut der Luftröhre (0,13—0,15^{mm} dick) zeigt abermals zahlreiche traubige Schleimdrüschen, bald kleiner und einfacher, bald grösser und komplizirter gebaut, und in letzterem Falle tiefer mit dem Drüsenkörper herabreichend. Die grösseren Drüsen liegen theils sehr reichlich zwischen und auf den einzelnen Knorpelringen (*Verson, Boldyrew*), theils an der hinteren Wand, an welcher letzteren eine zusammenhängende Drüsenschicht gefunden wird.

Ein Flimmerepithelium von 0,0594^{mm} Höhe mit eingemischten Becherzellen bekleidet die Schleimhaut.

Blut- und Lymphgefässe finden sich wiederum reichlich vor. Letzter bilden eine oberflächliche, noch in der Mukosa befindliche Schicht feinerer Gefäss

von $0,0178^{mm}$ und wesentlich longitudinalem Verlaufe, und eine tiefere Lage viel weiterer ($0,0941^{mm}$ messender) Röhren. Die Richtung ihrer stärkeren Räume ist wenigstens theilweise eine quere [*Teichmann* [2]]. Die theils vom *Laryngeus inferior*, theils vom Sympathikus stammenden Nerven bedürfen noch einer genaueren Untersuchung. Sie zeigen im hinteren Theile der Faserhaut ganglionäre Anschwellungen.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Koelliker* a. a. O. S. 303; *Henle* a. a. O. S. 264; *Frey* a. a. O. S. 461; *Boldyrew* l. c. S. 237. — 2) a. a. O. S. 68.

§ 241.

Wir sind nunmehr zur Lunge, *Pulmo* [1]) gelangt. Dieselbe kann in ihrer Gestaltung einer traubigen Drüse verglichen werden (womit auch die Entwicklungsweise stimmt), welche ihr ausführendes Kanalwerk in der Bronchialverzweigung, ihre *Acini* in den Lungenbläschen besitzt, daneben zahlreiche Blut- und Lymphgefässe, Nerven, sowie ein bindegewebiges Gerüste darbietet.

Die beiden Bronchien, welche sich bekanntlich schon vor dem Eintritte in ihre Lungenwurzel wieder spalten, setzen, in das Organ eingetreten, diese Ramifikationen meist unter spitzen Winkeln und mit dem Faktor zwei fort, so dass sie in immer feinere Kanäle zerfallen. Die stützenden Knorpel verlieren hierbei die Beschaffenheit der Halbringe, nehmen die Form unregelmässiger Platten und Plättchen an, welche sich nicht mehr auf die vordere Wand allein beschränken, im Uebrigen, was ihre Textur angeht, in nichts von derjenigen der Luftröhre differiren. Die letzten Reste der Knorpelplättchen verlieren sich erst an Bronchialäst-



Fig. 431. Ein Stückchen Lunge eines Affen (*Cercopithecus*) mit Quecksilber erfüllt nach *F. E. Schulze*. *a* Ende eines Bronchialzweiges; *c* Alveolengänge; *b* Infundibula oder Lungentrichter.



Fig. 432. Zwei primäre Lungenläppchen oder sogenannte Lungentrichter (*a*) mit den Luft- oder Lungenbläschen *b* und den Alveolengängen *c*, die gleichfalls noch einzelne der Lungenbläschen *b* aufsitzend haben.

chen von bedeutender Feinheit, indem sie *Gerlach* [2]) bis herab zu solchen von $0,23^{mm}$ zu entdecken vermochte. Die Wandung zeigt uns, natürlich in abnehmender Mächtigkeit, die fibröse Lage, wie wir sie für die Trachea kennen gelernt haben, und die Schleimhaut mit ihren Flimmerzellen, welche allmählich die Schichtung einbüssen, bis wir sie zuletzt als eine einzige $0,0135^{mm}$ hohe Lage niedrig gewordener Zellen übrig behalten (S. 157). Auch die traubigen sogenannten Schleimdrüschen können noch bis zu Kanälen von beträchtlicher Feinheit verfolgt werden. Die glatte Muskellage, welche in der Luftröhre, wie der vorige § gezeigt hat, vorkam, bildet um die Bronchialgänge eine förmliche Ringfaserlage. Sie erhält sich bis zu kleinen Gängen, möglicherweise bis in die Nähe der Lungenbläschen, geht dagegen den letzteren wohl ab [3]). An ganz feinen Kanälen fliessen schliesslich Schleimhaut und äussere Faserlage zu einer einzigen

dünnen Wandung zusammen, die zur homogenen, äusserlich von elastischen Fasern umgebenen Membran sich gestaltet.

Durch diese fortgesetzte Theilung der Bronchien, wobei aber auch schon von grösseren Kanälen seitlich kleinere abgehen, gewinnen wir also ein ungemein entwickeltes System baumförmig verzweigter Gänge. Am Ende der letzten Bronchialästchen (Fig. 431. *a*), Kanälchen 0,3—0,2^{mm} Quermesser gelangen wir in den eigentlich respiratorischen Theil des Organs. Jener besteht nun zunächst aus dünnwandigen rundlichen Kanälen von 0,4—0,2^{mm}. *Schulze* hat sie Alveolengänge genannt (Fig. 431. *c*. Fig. 432. *c*). Sie verzweigen sich mehrfach unter spitzen Winkeln und endigen schliesslich terminal wie seitlich in eigenthümliche Bildungen (Fig. 431. *b*. 432. *a*). Es sind dieses die sogenannten primären Lungenläppchen. Sie besitzen eine kurze kegelförmige Gestalt, weshalb sie auch von *Rossignol* die Benennung der Trichter, *Infundibula*, erhalten haben.

Ein solcher sogenannter Lungentrichter entspricht nun einigermassen einem primären Läppchen traubenförmiger Drüsen, und ist analog jenem aus Endbläschen zusammengesetzt, die im Allgemeinen rundlich erscheinen, bei starker Ausdehnung polyedrisch sich abgrenzen (welches letztere an der Oberfläche des Organs immer vorkommt).

Indessen macht sich hierbei eine Verschiedenheit zwischen der Lunge und jenen Drüsen geltend. Während nämlich die Bläschen wahrer traubiger Drüsen mehr oder weniger von einander getrennt bleiben, sind die gleichwerthigen Gebilde des Athemwerkzeuges, welche man Luftzellen, Lungenbläschen, Lungenalveolen oder auch *Malpighi*'sche Zellen nennt, viel weniger isolirt, so dass sie nur Aussackungen oder Ausbuchtungen der Wand eines primären Läppchens bilden, und im Innern des letzteren kein weiteres Gangsystem mehr zu entdecken ist, vielmehr alle Luftzellen in den gemeinschaftlichen Hohlraum unmittelbar einmünden. In dem Körper des Erwachsenen treten sogar noch vielfach Resorptionen der Wandung zwischen einzelnen Luftzellen eines *Infundibulum* ein (*Adriani*).



Fig. 433. Durchschnitt durch die Lungensubstanz eines Kindes von 9 Monaten (nach *Ecker*). Eine Anzahl von Lungenzellen *b*, umgeben von den elastischen Fasernetzen, welche balkenförmig jene umgrenzen, und mit der strukturlosen dünnen Membran die Wandungen derselben *a* bilden; *d* Theile des Kapillarnetzes mit seinen rankenartig gekrümmten und in die Hohlräume der Lungenzellen einspringenden Röhren; *c* Reste des Epithelium.

Im Uebrigen sind aber auch die Seitenwandungen der Alveolengänge mit einer Menge solcher Lungenzellen dicht besetzt (Fig. 431. *c*. *c*).

Schnitte durch das Lungengewebe (Fig. 433) lassen uns, der eben gelieferten Schilderung entsprechend, in Form zellenförmiger Räume von verschiedener Grösse und mehr rundlicher oder ovaler Form die Querschnitte der Lungenbläschen erkennen (*b*).

Die Grösse der Lungenzellen nimmt man ungefähr von 0,1128—0,3760^{mm} schwankend an. Sie steigt mit den Jahren; die Alveolen verlieren zuletzt be-

trächtlich an Tiefe. — Die grosse Dehnbarkeit des Gewebes führt im Leben eine beträchtlichere Erweiterung jener herbei, so dass die Bläschen der einathmenden Lunge stets einen ansehnlicheren Durchmesser führen als bei der Expiration. Indessen niemals kommt es während des Normalzustandes zur vollsten Ausdehnung oder gänzlichem Zusammenfallen der Lungenbläschen. Daran hindert die Insertion der Lungen. Dieselben sind nämlich der Brusthöhle hermetisch eingesetzt. Bei ihrer hohen Ausdehnungsfähigkeit folgen sie, den Thoraxwandungen dicht anliegend, allen Erweiterungen des Brustkorbes bei der Inspiration gehorsam nach. Vermöge ihrer elastischen Kräfte (und unterstützt durch die Muskulatur ihrer Kanäle) ziehen sie sich bei jeder Ausathmung zusammen, soweit es nämlich die Brustwandung gestattet. Niemals aber erreichen sie die volle Kontraktion, welche natürlich augenblicklich bei jeder Eröffnung der Brusthöhle eintritt [4]).

Fragen wir nun nach der Textur des so elastischen, während des Lebens ununterbrochen sich ausdehnenden und zusammenziehenden Lungenbläschens, so kann uns Fig. 433 davon Einiges versinnlichen Als Fortsetzung der feinsten Bronchialzweige stellt die Wandung der Luftzelle ein ausserordentlich dünnes, etwa $0,0023^{mm}$ und weniger messendes, bindegewebiges Häutchen dar (von welchem an der rechten Seite unserer Zeichnung in der grossen mittleren Lungenzelle noch ein Rest erhalten ist). Die so zarte und dehnbare Membran verbindet die gedrängten Haargefässe der Wandung, und überzieht auch vielleicht deren Oberflächen, obgleich hier weitere Beobachtungen erforderlich sind.

Umlagert äusserlich wird das Häutchen der Lungenzelle von mehr oder weniger zahlreichen elastischen Fasern, welche in ihrer Dicke sehr wechselnd ausfallen, und bald vereinzelt, bald gruppenweise erscheinen. Namentlich zwischen benachbarten Bläschen in den interalveolären Septen gewahrt man stärkere Fasern dichter gedrängt neben einander gelegen. Aermer als dieser Eingang ist der übrige Theil der Wandung, namentlich der Grund des Lungenbläschens. Hier kommen in weiten Abständen vereinzelte feinste ($0,0011^{mm}$) elastische Elemente wie netzartige Verbindungen der letzteren vor. Kerne dürfte dagegen jenes Grenzhäutchen nur wenige enthalten, da das meiste, was man hiervon zu sehen glaubt, den Haargefässen oder Epithelien angehört.

Die primären Läppchen der Lunge, für welche der Neugeborne die deutlichsten Beispiele liefert, während beim Erwachsenen das betreffende Strukturverhältniss oft in hohem Grade undeutlich geworden ist, treten, durch bindegewebige Zwischensubstanz verbunden, zu den sekundären Läppchen (welche wir bis 1 und 2^{mm} und mehr im Durchmesser annehmen können) zusammen. Man gewahrt indessen letztere auch beim Erwachsenen deutlicher in Form polygonaler, durch schwarzes Pigment markirter Felder, wenn man sich an die Oberfläche des Organs hält.

Aus ihnen bilden sich dann allmählich die grossen Lappen, deren Schilderung der deskriptiven Anatomie anheimfällt.

Eine Eigenthümlichkeit des interstitiellen Bindegewebes ist die Einbettung einer wechselnden, bisweilen ausserordentlich ansehnlichen Menge von schwarzen Körnchen oder Lungenpigment [5]). Aber auch die Wände der Lungenbläschen können von dieser Einlagerung ergriffen werden. Auch im Körper mancher kleineren Protoplasma führenden Epithelzellen unseres Organes, sowie in rundlichen dem Schleim angehörigen Zellen begegnet man diesen Molekülen. Von der Pigmentirung der Bronchialdrüsen haben wir schon früher (S. 429) gehandelt.

Man hat längere Zeit hindurch diese Pigmentirung der Lunge als eine wahre Melaninablagerung aufgefasst. Indessen, da sie wildlebenden Säugethieren abgeht, dagegen dem vom Rauch und Russ umgebenen Menschen zukommt, und bei manchen Beschäftigungen, z. B. Kohlenbergwerkarbeitern, eine ganz schwarze Lunge herbeizuführen vermag, so musste der Gedanke nahe liegen in eingeathmeten

Kohlenmolekülen das Wesen jener Pigmentirung zu finden. Man überzeugte sich auch, dass grössere Fragmente von Holzkohle bis in die Lungenbläschen gelangen, und Säugethiere in russigem Behälter eingesperrt schwarze Lungen bekommen (*Knauff*).

Indessen eine ächte Melaninbildung kommt ebenfalls unzweifelhaft daneben in den Lungen und ihrem Gangwerk vor, wie in den Bronchialdrüsen. Beiderlei Moleküle vermögen wir leider zur Zeit nach nicht zu unterscheiden [6]).

Anmerkung: 1) Man vergl. neben den allgemeinen Werken von *Gerlach* (S. 273), *Koelliker* (S. 307), sowie *Todd* und *Bowman* (*Vol.* 2, *p.* 384) und *Henle*'s Eingeweidelehre S. 268 noch besonders *F. D. Reisseisen, De fabrica pulmonum commentatio, praemio ornata. Berolini* 1822; *G. Rainey* in den *Med. chir. Transactions* 1845, *p.* 581; *Moleschott, De Malpighianis vesiculis. Heidelbergae* 1845. *Diss.* und in den Holländischen Beiträgen Bd. 1, S. 7; *Rossignol, Recherches sur la structure intime du poumon. Bruxelles* 1846; *A. Adriani, De subtiliori pulmonum structura. Trajecti ad Rhenum* 1847. *Diss.*; *H. Cramer, de penitiori pulmonum hominis structura. Berolini* 1847. *Diss.*; *Köstlin* im Archiv für physiol. Heilkunde Bd. 7, S. 286 und Bd. 8, S. 193; *Radclyffe Hall* in *Provinc. med. and surg. Journal* 1849, *p.* 74; *E. Schultz, Disquisitiones de structura et textura canalium aëriferorum. Dorpati* 1850, *L. le Fort, Recherches de l'anatomie du poumon chez l'homme. Paris* 1859; *A. T. Hougthon Waters, The anatomy of the human lung. London* 1860; *J. N. Heale, A treatise of the physiological anatomy of the lungs. London* 1862; *Ecker*'s *Icon. phys.* Taf. 10; endlich die vortreffliche Arbeit von *F. E. Schulze* im *Stricker*'schen Handbuch S. 464. Ueber das Technische s. m. *Frey*'s Mikroskop 5. Aufl., S. 288. — 2) a. a. O. S. 277. — 3) Die Existenz glatter Muskelelemente an den Lungenbläschenwandungen behauptet *Gerlach* (a. a. O. S. 277); *Moleschott*, *Piso-Borme* u. A. sind dann für dieselben in die Schranken getreten (vergl. S. 290 Note 12). Querschnitte feinster Bronchialästchen mit ihrer Muskellage mögen hier und da Verwechslungen mit Lungenbläschen verursacht haben. Indessen bei der Schwierigkeit unseres Gegenstandes sind die Akten über die betreffende Frage noch lange nicht geschlossen. *Schulze* (a. a. O. S. 472) bemerkt, (und wir stimmen ihm bei) dass die namentlich in die Anfänge des Alveolengangwerkes einspringenden Scheidewände hier und da noch zarte Züge glatter Muskulatur darbieten, die membranösen Alveolenwandungen dagegen keine kontraktilen Faserzellen mehr führen. — *Rindfleisch* (Centralblatt 1872, S. 65) berichtet uns dagegen, dass die feinsten Lungenkanäle beim Uebergang in die Infundibula muskulöse Elemente, zu einem förmlichen Sphinkter verdickt, besitzen und dass von ihnen aus schleifenförmige Faserzüge in die Lungentrichter einstrahlen, um bis zum Fundus vorzudringen. Das Infundibulum werde an zwei bis vier Stellen von ringförmigen Zügen glatter Muskulatur umzogen. — 4) *Donders* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift N. F. Bd. 3, S. 39 und 287 und Bd. 4. S. 241 und 304. — 5) Man s. *Bruch*'s Untersuchungen zur Kenntniss des körnigen Pigments der Wirbelthiere S. 26; *Virchow* in s. Arch. Bd. 1, S. 434, 461, sowie Bd. 35, S. 186; *Koschlakoff* in demselben Bande S. 178; *Knauff* a. a. O. und *C. Mettenheimer* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1866, S. 360. — 6) Man kann zwischen einer »Anthrakose« und »Melanose« der Respirationsorgane unterscheiden. Die Zellen, welche wir S. 97, Fig. 95 abgebildet haben, häufige Bestandtheile des Auswurfs, sind in manchen Fällen ächte Melaninzellen. In anderen und häufigeren hat der kontraktile Zellenkörper wohl feine Kohlenmoleküle von aussen her aufgenommen. Beiläufig bemerkt bietet die Ablagerung jener in das interstitielle Bindegewebe der Lunge und in das Parenchym der Bronchialdrüsen noch viele Dunkelheiten dar.

§ 242.

Es sind uns noch einige Strukturverhältnisse der Lunge übrig geblieben, nämlich ihre Blut- und Lymphgefässe, das Epithel der Lungenbläschen, die Nerven, sowie der seröse Ueberzug des Organs.

Was die Blutgefässe [1]) der Lunge betrifft, so erhält bekanntlich dieselbe von zweierlei Röhren aus Blut zugeführt, einmal dasjenige der *Arteriae bronchiales* und dann das der *Art. pulmonalis*. Erstere Röhren, von untergeordneter Bedeutung, dienen zur Ernährung des Organs; letzteres Gefäss ist für den Athmungsprozess bestimmt. Indess jene Trennung ist keine scharfe.

Die *Arteria pulmonalis* theilt sich, den Bronchialverästelungen folgend, und gelangt so mit ihren Zweigen zwischen die Lungenläppchen. Hier erfolgt eine weitere Ramifikation zu feineren Röhren, welche in die elastischen Balken zwischen den einzelnen Lungenbläschen eindringen (Fig. 434), um daselbst oft unter wei-

teren Zerspaltungen zu verlaufen, wobei sie häufig mit einander sich verbinden, so dass unvollkommene oder auch vollständige Ringe entstehen (*b*), von welchen mit höchst zahlreichen Kanälchen das die Wand des Lungenbläschens umstrickende und nur durch diese dünnste Membran von der atmosphärischen Luft geschiedene respiratorische Kapillarnetz entsteht.

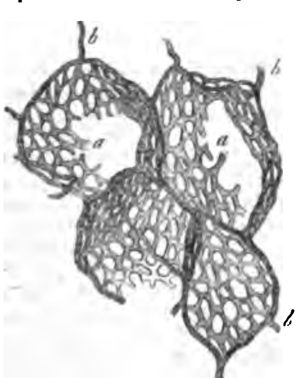


Fig. 434. Das respiratorische Kapillarnetz der Pferdelunge nach einer *Gerlach*'schen Injektion. *b* Die die einzelnen Lungenbläschen mehr oder weniger ringförmig umgebenden Endäste der *Arteria pulmonalis*; *a* das Haargefässsystem.

Dieses (*a*) zeichnet sich einmal durch die Enge und Regelmässigkeit seiner Maschen aus, so dass es zu den dichtesten, aber auch gleichmässigsten des Körpers zählt; ebenso durch die eigenthümliche Gestaltung der 0,0056–0,0113^{mm} weiten Kapillaren.

Dieselben, eben noch ausreichend, Blutzellen bequem passiren zu lassen, erscheinen an zusammengezogenen oder nur schwach ausgedehnten Lungenbläschen förmlich zu lang für die von ihnen gedeckte Fläche, und springen jetzt unter rankenförmigen Krümmungen und Schleifen vor, ein Stückchen der dünnen Bläschenwandung vor sich her treibend (Fig. 433. *d*).

Bei starken Ausdehnungsgraden der Lungenbläschen gewinnen jene Haargefässröhren mehr und mehr einen gestreckten Verlauf und die rankenartigen Einsprünge in den Hohlraum verstreichen dem entsprechend.

Auch der in seiner Länge beständig schwankende Muskel (§. 168) zeigt eine ähnliche Einrichtung der Natur. In seinen Kontraktionszuständen laufen die Längsröhren des Kapillarnetzes in korkzieherartigen Windungen; am erschlafften erscheinen sie dagegen gestreckt.

Die Wand unserer respiratorischen Kapillaren bietet im Uebrigen nichts Auffallendes dar; sie zeigt die gewöhnliche Nuklearformation, und lässt sich leicht in die bekannten Gefässzellen S. 374, Fig. 356) zerlegen.

Das von jenen Röhren eingegrenzte Maschennetz ist auch an der vorher aufgeblasenen Lunge noch ein höchst dichtes (Fig. 433, 434 und 435) und mehr oder weniger rundliche oder viereckige Maschen zeigendes, indem letztere 0,0393–0,0203^{mm} an Durchmesser haben. Dass an dem nicht aufgeblasenen Organe die Maschen durch Einschrumpfen noch viel kleiner erscheinen müssen, versteht sich von selbst.

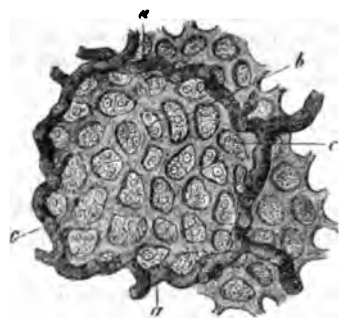


Fig. 435. Ein Lungenbläschen des Kalbs. *a* Grössere Blutgefässe, welche in den Scheidewänden der Alveolen verlaufen; *b* Kapillarnetz; *c* Epithelialzellen.

Die Haargefässnetze benachbarter Luftzellen treten übrigens in ausgedehnte Kommunikation mit einander.

Auffallenderweise bilden aber auch kleine Aestchen der Lungenarterie ein weitmaschiges Kapillarnetz an einem anderen Orte, nämlich unter der Lungenpleura. Hier kommt alsdann eine Verbindung mit Endausbreitungen der Bronchialarterien vor.

Die Lungenvenen nehmen einmal ihren Ursprung aus dem so eben geschilderten Haargefässnetze der Lungenbläschen mit einzelnen Aestchen in den interalveolären Scheidewänden, welche unter Zusammentritt zu stärkeren Stämm-

chen die Bronchialverzweigung und die Ausbreitung der Lungenarterie zurück gegen den Hilus begleiten.

Die Bronchialschlagadern, jeden Bronchus als einfaches Stämmchen gewöhnlich begleitend, geben im Hilus der Lunge zahlreiche Zweige an die grossen Gefässstämme, die Lymphknoten der Nachbarschaft und das Bindegewebe zwischen den Läppchen und unter der Pleura. In der Wandung der Bronchien und ihrer Verästelung stellen sie dann ein äusseres weitmaschiges Haargefässnetz für die Muskulatur und ein inneres, enger und dichter, für die Schleimhaut her. In letzterer kommt jedoch noch ein anderes oberflächlicheres und gröberes Kapillarnetz vor, welches mit dem von den Bronchialarterien gebildeten in keiner Verbindung stehen soll. Es gehört dem respiratorischen Gefässsystem an, lässt sich zwar leicht von der *Vena pulmonalis*, jedoch nur ganz ungenügend von der *Arteria pulmonalis* und niemals von einer Bronchialschlagader aus erfüllen, so dass es seine Wurzeln von dem respiratorischen Haargefässnetz bezieht (*Henle*).

Eigenthümlich ist ferner das Verhalten der Bronchialvenen. Sie nehmen wahrscheinlich nur das rückkehrende Blut den Gefässen der grösseren Bronchien, aus den Lymphknoten und der Pleura zunächst des Hilus der Lungen auf. Dagegen senken sich die übrigen inneren (aus der feineren Bronchialverzweigung herrührenden) venösen Wurzeln, welche der gleichen Ausbreitung der Bronchialarterie entsprechen, in die Stämme der Lungenvenen ein.

Lymphgefässe[2]) finden sich durch die Lunge, wie man schon seit längerer Zeit weiss, in beträchtlicher Menge. Man unterscheidet oberflächliche, dicht unter dem serösen Ueberzuge befindliche netzartige Ausbreitungen und tiefere, welche mit den Bronchialverästelungen nach aussen bis zu den Bronchialdrüsen verfolgt werden können. Beiderlei Gefässpartieen stehen übrigens mit einander in Kommunikation.

In neuerer Zeit ist es *Wywodzoff*[3]) beim Hunde und Pferde, ebenso *Sokorsky*[4]) bei dem ersteren Thiere und der Katze geglückt, den Ursprung der lymphatischen Bahnen in der Wandung des Lungenbläschens zu erfüllen. Man findet in jener Wand gelegene Lakunen, welche, in den Maschen des Haargefässnetzes Erweiterungen zeigen. Sie kreuzen die Kapillaren der Blutbahn, um welche sie keinerlei Einscheidungen herstellen. Dagegen beginnt das System wegleitender Lymphkanäle bald die Adventitien der Blutgefässe einzunehmen.

Wir haben endlich noch des Epithel[5]) der Lungenbläschen zu gedenken, eines kontroversen Gegenstandes, welcher namentlich in nicht lange verflossener Zeit die lebhaftesten Erörterungen veranlasst hat.

Wenn wir uns zunächst zur Lunge eines Frosches wenden, so sind hier die Verhältnisse sehr einfacher Natur. (Fig. 436.) Der ganze respirirende Theil unseres Organs trägt ein einfaches zusammenhängendes Plattenepithel gekernter Zellen.

Grössere Schwierigkeiten bietet die Lunge der Säugethiere und des Menschen. Hier müssen wir von früheren Lebenszuständen ausgehen, wollen wir anders die Anordnungsverhältnisse beim erwachsenen Geschöpfe begreifen.

Fig. 436. Ein Stück einer Luftzelle aus der Froschlunge.

Der Säugethierfötus zeigt uns ebenfalls ein zusammenhängendes, durchaus gleichartiges Epithel über Lungenbläschen und Alveolengänge. Die Bestandtheile desselben sind polyedrische platte Zellen mit Kern und Protoplasma.

Nach der Geburt beginnen Veränderungen in Folge der Athmung sich rasch einzustellen. Nur ein kleinerer Theil unserer Epithelien bewahrt den alten Cha-

rakter. Ueber den Hervorwölbungen der Haargefässe und über allen anderen Vorsprüngen [6]) erhalten wir jetzt viel ansehnlichere, gleichartigere, also blasse Zellen ohne Protoplasma mit einem Verschwinden der Kerne.

Jene ursprünglichen Zellen in den Maschen des Haargefässnetzes kann unsere Fig. 437 (nach einer älteren Beobachtung) nothdürftig für das junge Geschöpf versinnlichen.

Fig. 437.

Den Zustand des erwachsenen Säugethiers bringt Fig. 438. Grosse kernlose Platten zeigen an ihren Ecken und Berührungsstellen jenen Rest ursprünglicher kleiner Zellen mit Nukleus und Protoplasma (*Schulze*).

Die Nerven der Athmungsorgane stammen aus dem *Plexus pulmonalis anterior* und *posterior*, und rühren theils vom Sympathikus, theils von Zweigen des 10ten Nervenpaares her. Sie laufen theils mit den Bronchialverzweigungen, theils mit denjenigen der Lungenarterie, weniger der Lungenvene und des Bronchialgefässsystems. Sie bilden schon aussen auf den Bronchien zahlreiche kleine Ganglien [*Remak* [7])], ein Verhältniss, was sich auch über ihre feineren Verzweigungen im Lungengewebe [*Schiff* [8])] erstreckt. Die Lungennerven scheinen vielfach in der Bronchialschleimhaut zu endigen.



Fig. 438. Das Epithel aus dem Grundtheil eines unter der Pleura befindlichen Infundibulum der erwachsenen Katze mit Höllenstein behandelt (nach *Schulze*).

Der seröse Ueberzug der Lunge und des Brustkorbes, die *Pleura*, zeigt, was Epithel und bindegewebige Unterlage betrifft, die gewöhnliche Textur seröser Häute. Die Nerven der *Pleura* [9]) stammen vom Phrenikus, vom Sympathikus und Vagus (*Plexus pulmonalis*). An denjenigen der *Pleur. pulm.* bemerkte *Koelliker* eingestreute Ganglienzellen. Der Blutreichthum ist ein geringer, die Kapillaren feine und weite Maschennetze bildend. Die Gefässe der Lungenpleura kommen, wie uns bereits bekannt, von der Lungen- und Bronchialarterie.

Die Lymphgefässe des Brustfells sind theilweise genauer gekannt, namentlich durch eine neuere Arbeit *Dybkowsky*'s [10]). Beim Hund zeigt das parietale Blatt der *Pleura* sie nur in seinen beweglichen Stellen, d. h. in dem Interkostalraum und über dem *M. sternocostalis*, nicht aber über den Rippen. Das Mittelfell besitzt sie nur da, wo Fettzellen angesammelt sind.

Das Lymphgefässnetz ist ein sehr dichtes, in zwei durch bindegewebige Zwischenmasse geschiedene Lagen zerfallend. Die Kanäle des oberflächlichen verlaufen in den Lücken einer netzartig ausgebreiteten zarten Bindegewebeschicht, der »Grundhaut« der Serosa [11]. Hier wird ihre aus Gefässzellen bestehende Wand nur vom serösen Epithel bedeckt, und zwischen dessen Zellen kommen die § 208, Fig. 381 2, 3 geschilderten Lücken vor [12].

Die Aufnahme und Wegfuhr aus der Pleurahöhle wird durch die respiratorische Bewegung der Interkostalräume und die wechselnden Spannungszustände des jene Kanäle beherbergenden Bindegewebes vermittelt. Klappenführende Lymphgefässe, welche den Rändern der Rippen entlang zur Wirbelsäule und zu den Mammaria-Stämmen verlaufen, nehmen den Inhalt jener Lymphnetze auf.

Anmerkung: 1) Ueber die Gefässanordnungen der Lunge vergl. man die § 241 zitirten Arbeiten von *Reisseisen*, *Rossignol*, *Adriani* und *Henle*. Mancherlei bedarf hier noch genauerer Untersuchungen. — 2) Untersuchungen darüber rühren von *Cruikshank*, *Mascagni*, *Arnold*, *Sappey* her. — 3) S. dessen Aufsatz in den Med. Jahrbüchern der Gesellschaft der Aerzte in Wien, 1866, S. 3. — 4) Centralblatt 1870, S. 817. — 5) Der Streit über das Vorkommen oder Fehlen eines Epithelialüberzuges der Lungenbläschen ist ein alter. Schon *Addison* (*Phil. Transact. for the year* 1842, *P. II, p.* 162) vindizirte den Lungenbläschen ein Pflasterepithelium, während *Rainey* (*Med. chir. Transact.* 2. *Sér. Vol. X, p.* 581) jede Epithelialbekleidung in Abrede stellte. Geläugnet wurde das Alveolarepithel in neuerer Zeit durch *C. Deichler*, Beitrag zur Histologie des Lungengewebes. Göttingen 1861; *P. Munk*, Deutsche Klinik 1862, No. 8, S. 80 und in *Virchow*'s Archiv Bd. 24, S. 603; *Zenker*, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Lungen in der Denkschrift zum Jubiläum von *C. G. Carus*. Dresden 1861; *E. Wagner* im Archiv für Heilkunde. Jahrgang 1862, S. 382; *Henle*, Eingeweidelehre, S. 281; *Luschka* (Anatomie Bd. 1, Abth. 2, S. 313); *Th. Bakody* in *Virchow*'s Archiv Bd. 33, S. 264. Angenommen haben die Existenz eines Ueberzugs der Lungenbläschen dagegen *Gerlach*, Gewebelehre 2. Aufl., S. 278; *Koelliker*, Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 315; *Williams*, *Med. Tim. and Gaz.* 1855, *Oct. p.* 361; *Michel*, *Mém. de l'acad. de méd. Tome* 21, *p.* 295; *Brittan*, *Brit. and for. med. chir. review*, 1857, *July, p.* 204; *Hougthon Waters* a. a. O. *p.* 155; *Remak*, Deutsche Klinik, 1862, No. 20, S. 197; *Eberth* in *Virchow*'s Archiv Bd. 24, S. 503; Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 12, S. 427; *Frey* im Jahresbericht für 1862, S. 31 und Mikroskop. S. 290; *H. Hertz* in *Virchow*'s Archiv Bd. 26, S. 459; *V. Chrzonszczewsky* in d. Würzb. med. Zeitschr. Bd. 4, S. 206 und später in *Virchow*'s Archiv Bd. 35, S. 166; *J. Arnold* ebendaselbst Bd. 28, S. 434; *A. Colberg*, *Observat. de penitiore pulmonum structura etc. Halis* 1863; *O. Weber* in *Virchow*'s Archiv Bd. 29, S. 177; *L. Meyer* ebendaselbst Bd. 30, S. 47; *von Hessling*, Grundzüge der Gewebelehre, S. 262; *H. Hirschmann* in *Virchow*'s Archiv Bd. 36, S. 339; *O. Bayer*, Das Epithel der Lungenalveolen und seine Bedeutung in der kroupösen Pneumonie. Leipzig 1867. Diss.; *Koelliker*'s Gewebelehre, 5. Aufl., S. 474. Die besten Angaben bringt aber *F. E. Schulze* in seiner schönen Monographie a. a. O. S. 474 u. s. w. Wir haben sie im Texte manchfach benutzt, indem eigene Beobachtungen aus der letzten Zeit damit übereinstimmen. — 6) *Eberth* (Würzb. naturwissensch. Zeitschrift Bd. 5, S. 84) und *E. Elenz* (Ueber das Lungenepithel. Würzburg 1864. Diss.) — 7) Vergl. *Müller*'s Archiv 1844, S. 464. — 8) S. Archiv für physiol. Heilkunde Bd. 6, S. 792. — 9) Vergl. *Luschka*, Struktur der serösen Häute, S. 78. — 10) a. a. O. (s. § 208, Anm. 4). Anderer Ansicht ist freilich *Afanasieff* (*l. c. Virchow*'s Archiv Bd. 44). Doch ist seine Untersuchungsmethode eine allzu unsichere. — 11) Diese Grundhaut der Serosa kommt nur an derartigen Stellen vor, und fehlt mit dem lymphatischen Netze andern Partieen der Pleura. Der Name erscheint daher nicht glücklich gewählt. — 12) Neben *Klein*'s Arbeiten im *Stricker*'schen Handbuch S. 618 s. man noch den Aufsatz dieses Verf. und *Burdon-Sanderson*'s im Centralblatt 1872, S. 17 u. s. w.

§ 243.

Was die Mischungsverhältnisse des Lungengewebes [1]) betrifft, so kennen wir nur die in der durchtränkenden Flüssigkeit vorkommenden Zersetzungsprodukte. Aus der Ochsenlunge erhielt *Cloëtta* [2]) Inosit, Harnsäure, Taurin und Leucin. Ebenso führt das menschliche Lungengewebe Leucin in ansehnlicherer Menge [3]). Fötale Lungen enthalten Glykogen (*Bernard*, *Rouget*).

Die Entwicklung [4]) der Lungen (Fig. 439. 1) geschieht in früher Zeit nach Art der grösseren mit dem Darmrohr verbundenen Drüsen in Form zweier

(*c*), an gemeinschaftlichem Stiele (*a*) sitzender und gleich von Anfang an hohler Aussackungen der vorderen Schlundwand, an welchen sich auch hier die Zellenschicht (Drüsenblatt) (*c*) und (*b*) die faserige Darmwandung (mittleres Keimblatt) betheiligen. Aus der Zellenlage wird das Epithelium des Athemapparates, während in der umhüllenden äusseren Masse die Anlage sämmtlicher faseriger und knorpeliger Theile der Luftröhre, Bronchien und Lungen, sowie der Gefässe gegeben ist.

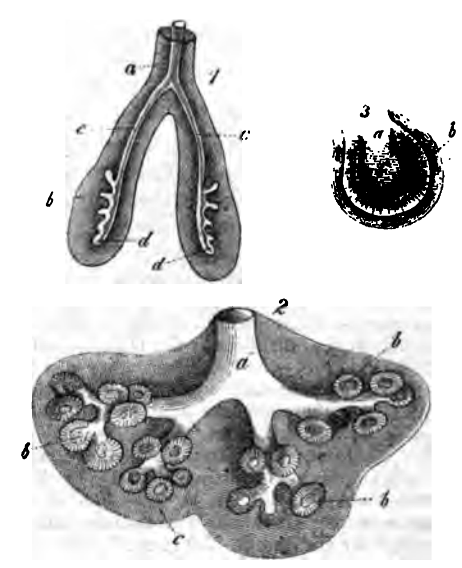


Fig. 439. Zur Entwicklung der Lunge. 1 Schema der Bildung des ganzen Organs. *a* Gemeinsamer Kanal (die künftige Luftröhre) mit der Spaltung (*c*) in zwei Gänge (Bronchien) und der beginnenden knospenartigen Aussackung (*d*); *b* die umgebende faserige Umhüllungsschicht. 2 Die weiter vorgerückte Ramifikation aus der Lunge eines etwa viermonatlichen menschlichen Fötus. *a* Kanal; *b* die kolbigen, mit Zylinderepithelium ausgekleideten Erweiterungen, aus denen die primären Lungenläppchen sich zu bilden scheinen. 3 Ein solches Gebilde stärker vergrössert. *a* Das Zylinderepithelium; *c* der Hohlraum; *b* die umhüllende Faserlage (Rest von Fig. 1. *b*).

Die Blindschläuche des Drüsenblattes treiben unter Zellenvermehrung eine stets zunehmende Anzahl neuer Ausstülpungen (*d*) in die umhüllende äussere Masse hinein, so dass die baumförmige Verästelung des respiratorischen Kanalwerks mehr und mehr hervortritt, und die faserige Umhüllungsschicht an Massenhaftigkeit abnimmt. An den Enden der Aeste (2. *a*) treten rundliche bläschenartige Erweiterungen (*b*) auf, bekleidet von Zylinderzellen (3. *a*), welche durch weitere knospenartige Vermehrung in kleinere zerfallen, aus denen dann schliesslich ein primäres Lungenläppchen (*Infundibulum*), sowie durch weitere Aussackungen der Wandung das dazu gehörende System der Lungenzellen hervorgehen dürfte.

Das Lungengewebe ist manchen Veränderungen unterworfen. Eine senile Metamorphose besteht in dem mit Verödung der Haargefässe eintretenden Schwund einzelner Alveolenwandungen und dem Zusammenfliessen der Lungenbläschen zu grösseren Höhlungen.

Neubildungen bieten namentlich in Betreff ihrer Ausgänge Schwierigkeiten dar. Es scheinen hier die Kerné der Gefässzellen, ebenso die Lungenepithelien in Betracht zu kommen.

Anmerkung: 1) S. *Gorup* S. 670 und *Kühne* S. 441. — 2) Vierteljahrsschrift d. naturf. Ges. in Zürich Bd. 1, S. 207. Das Taurin beschrieb früher *Verdeil* als »Lungensäure« (Annalen Bd. 81, S. 334). — 3) In den menschlichen Lungen bei Krankheiten fand *Neukomm* neben Leucin als fernere Mischungsbestandtheile Tyrosin, Inosit, Harnstoff, Harn- und Oxalsäure. — 4) Man vergl. *Bischoff*'s Entwicklung des Hundeeies. Braunschweig 1845, S 105 und 112, *Remak*'s bekanntes Werk S. 55 und 114, sowie *Koelliker*'s Entwicklungsgeschichte S. 371 und die schönen Abbildungen bei *Ecker*, *Ic. phys. Tab.* 10.

3. Der Verdauungsapparat.

§ 244.

Der Verdauungsapparat besteht aus der Mundhöhle mit den in dieser befindlichen *Zähnen* (welche schon früher § 150 und 156 ihre Erörterung fanden)

und der Zunge, den in jene ausmündenden Speicheldrüsen, aus Schlundkopf, Speiseröhre, Magen, den dünnen und dicken Gedärmen und den in den Anfangstheil der ersteren sich einsenkenden grossen Drüsen, dem Pankreas und der Leber. Mit wenigen Ausnahmen betheiligen sich fast alle Gewebe an dem Aufbau dieser ausgedehnten Organgruppe, in welcher namentlich drüsige Gebilde eine wichtige Bedeutung gewinnen, und vom Anfange bis zur Mündung nach unten eine schleimhäutige Innenfläche gefunden wird.

Die Mundhöhle[1]) zeigt eine Mukosa von der schon oben (§ 136) im Allgemeinen geschilderten Textur und an der freien Fläche in eine Menge dicht gedrängter kegel- und fadenförmiger Papillen vorspringend (Fig. 440). Die Dicke der Schleimhaut wechselt und erreicht im Maximum etwa 0,45^{mm}. Die Papillen besitzen ebenfalls eine sehr ungleiche Länge von 0,23 bis gegen 0,45^{mm} und mehr. Der stark geschichtete Epithelialüberzug besteht aus plattenförmigen Zellen (Fig. 441), deren schon früher (S. 149) ausführlicher gedacht wurde. Sie gehen an der Mundöffnung in die Epidermoidalzellen über.

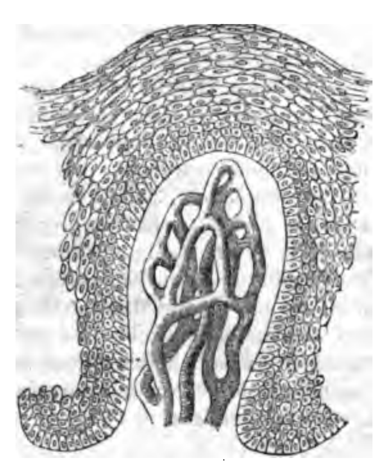


Fig. 440. Eine Papille vom Zahnfleisch eines Kindes mit dem Gefässnetz und dem Epithelialüberzuge.

Das Schleimhautgewebe selbst ist reich an elastischen Fasern, und zeigt ein Netzwerk sich durchkreuzender Bindegewebebündel. Es verdichtet sich an der freien Oberfläche, und lässt hier eine homogene, glashelle Grenzschicht erkennen. In den Papillen tritt (wie es auch sonst, z. B. an den Wärzchen der äusseren Haut (?), mehr noch an den Darmzotten vorkommt), die faserige Beschaffenheit zurück, und ein mehr unentwickeltes Bindegewebe macht sich geltend.

Nach abwärts wird das Schleimhautgewebe allmählich zu dem submukösen. Letzteres erscheint bald als eine festere Fasermasse (wie am Zahnfleisch) oder in losem Gefüge weich und dehnbar (wie auf dem Boden der Mundhöhle). Man bemerkt in ihm traubige Gruppirungen von Fettzellen oder die Körper sogenannter Schleimdrüschen.

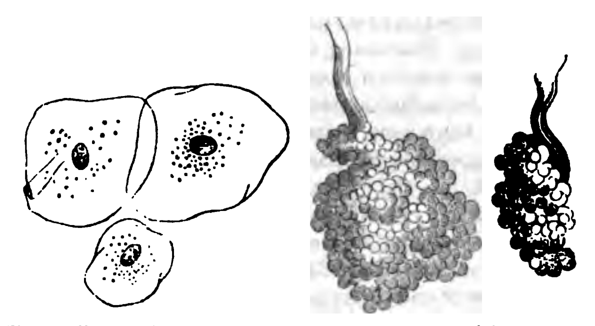


Fig. 441. Epithelialzellen der obersten Schichten aus der Mundhöhle des Menschen.

Fig. 442. Traubige Schleimdrüschen (sogenannte Gaumendrüsen) des Menschen.

An letzteren Organen (Fig. 442) ist die Mundhöhlenschleimhaut reich. Sie messen 4,5 und 2,3^{mm} bis herab zu 0,5640^{mm} und weniger, nehmen gewöhnlich eine Lage unter der eigentlichen Mukosa ein, wo sie dicht gedrängt eine besondere dicke Drüsenschicht bilden können, und durchbohren das Schleimhautgewebe mit kurzen, mehr geraden Gängen. Ihre Textur ist die gewöhnliche, so dass auf § 198 (und 197) verwiesen werden kann.

An einzelnen Lokalitäten werden diese Drüschen, welchen man in üblicher Weise und auch mit Recht einen Antheil bei der Schleimproduktion der Mundhöhle

zuschreibt, sehr zahlreich, und erhalten dann bestimmte Namen. Es gehören hierhin die Lippen-, Backen- und Gaumendrüschen. Erstere, sehr zahlreich, beginnen hinter der Konvexität des Lippenrandes, und pflegen in der Unterlippe am zahlreichsten vorzukommen (*Klein*). Ihre Zellen pflegen ziemlich ansehnlich in der Gestalt niedriger heller, in Karmin wenig sich färbender Zylinder zu erscheinen, wie *Puky Akos* richtig angibt. Nach *Heidenhain*[2]) sollen dagegen (beim Menschen und Kaninchen) auch kleinere, an Protoplasma reichere Elemente vorkommen, aus deren Umwandlung die erstere Zellenform hervorginge. Die ebenfalls kleineren Gaumendrüsen stellen am weichen Gaumen ein starkes Drüsenpolster unter der Mukosa her.

Die Kapillargefässe der Mundschleimhaut sind sehr zahlreich und enge Netze bildend. In die Papillen dringt nach der Grösse entweder nur eine einfache Schleife oder ein Schlingennetz (Fig. 440) ein. Die Lymphgefässe sind noch nicht genügend erforscht. Sie überziehen die Lippen, die innere Fläche der Wangen und die Zunge, bedecken die Drüsen der Mundhöhle, und bilden zusammenhängende Netze, welche in diejenigen angrenzender Theile sich fortsetzen [*Teichmann*[3])]. Noch wenig gekannt ist die Nervenausbreitung der Mundhöhle. Ein Vorkommen von Endkolben beobachtete *Krause*[4]) (§ 184) in den Schleimhautfalten am Boden der Mundhöhle gegen die Zunge hin, am weichen Gaumen und dem Schleimhautgewebe des rothen Lippenrandes (jedoch nicht immer in den Papillen). *Elin*[5]) berichtet uns dagegen, dass am harten und weichen Gaumen des Kaninchens feine Nervenfasern in's Epithel vordringen, und in ramifizirten zelligen Körperchen endigen (§ 187).

Anmerkung: 1) Man vergl. *Koelliker*, Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 2; *Sebastian*, *Recherches sur les glandes labiales. Groningue* 1842; *Szontagh* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 20, S. 3; *Klein* in ders. Zeitschr. Bd. 58. Abth. 1, S. 575; die schon früher (§ 194. Anm. 3) erwähnte Arbeit von *Puky Akos*. Man vergl. ferner den Artikel des ersteren Verf. im *Stricker*'schen Handbuch S. 355. — 2) S. § 198 und 245. — 3) a. a. O. S. 71. — 4) a. a. O. S. 33. — 5) Arch. für mikr. Anat. Bd. 7, S. 382.

§ 245.

Die Speicheldrüsen haben lange Zeit hindurch von Seite der Histologie allzu geringe Beachtung erfahren. Erst in neuerer Zeit wurde hier durch die interessanten Arbeiten von *Pflüger*, *Gianuzzi* und *Heidenhain*, welchen sich noch Andere [1]) hinterher angeschlossen haben, ein wichtiger Fortschritt gemacht.

Man kann jene Organe nach ihrer Gestalt manchfach als weiter ausgebildete zusammengesetzte Schleimdrüsen ansehen.

Die Unterkieferdrüse zeigt bei verschiedenen Säugethieren nach ihrem zelligen Inhalt erhebliche und physiologisch bedeutsame Differenzen. Ihre Bläschen werden beim Kaninchen von dichtgedrängten hüllenlosen, aus Protoplasma bestehenden Zellen erfüllt.

Abweichend hiervon besitzt die Submaxillaris anderer Säugethiere, wie des Hundes (Fig. 443) und der Katze, in geringerem Grade beim Schaf, die Charaktere einer Schleimdrüse. Hier ist der grösste Theil des Drüsenbläschens erfüllt von ansehnlicheren hellen (nicht körnigen) Zellen mit einem meist peripherisch gelagerten Nukleus (*a*). Daneben bemerkt man in den meisten Bläschen dem Rande anliegend, einfach oder seltener auch doppelt, ein eigenthümliches Wesen von gewöhnlich sichelartiger Gestalt (*c*), den »Halbmond« von *Gianuzzi*. Zunächst erscheint dieses Ding als eine körnige Masse (Protoplasma) mit eingebetteten Kernen; doch lässt es sich an der Hand gewisser Untersuchungsmethoden als eine Ansammlung kleiner, dicht an einander gepresster Zellen erkennen. Andere Bläschen enthalten nur Protoplasmazellen (*b*). Die grösste Entwicklung erlangen übrigens jene »Halbmonde« in der Unterkieferdrüse der Katze.

Die erstere Zellenformation, wir nennen sie **Schleimzellen**, bieten durch Mazeration isolirt uns sonderbar unregelmässige Umrisse. Sie können aber, wie wir später erfahren werden, den schleimigen Inhalt entleeren, und hinterher wieder Protoplasma führen.

Intermediäre Formen lehren schon, dass jene Schleimzellen von denjenigen des »Halbmondes«, den **Randzellen**, nicht spezifisch verschieden, sondern nur gealtert und der Schleimmetamorphose anheim gefallen sind. Neugeborenen Thieren mangeln sie noch.

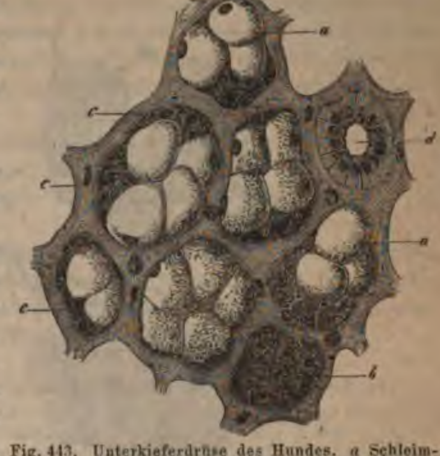


Fig. 443. Unterkieferdrüse des Hundes. *a* Schleimzellen; *b* Protoplasmazellen; *c* Halbmonde von *Giannuzzi*; *d* Querschnitt eines Ausführungskanälchens mit dem eigenthümlichen Zylinderepithel.

Auch die Unterkieferdrüse des Menschen (spezifisches Gewicht 1,041 nach *Krause* und *Fischer*) zeigt die Schleimzellen, bedarf jedoch genauerer Durchforschung.

Man hat längere Zeit hindurch auch der Unterkieferdrüse unbedenklich eine strukturlose *Membrana propria* zugeschrieben. Statt ihrer haben die Beobachtungen der Neuzeit eine Einbettung stark abgeflachter Sternzellen, die wohl nur dem Bindegewebe angehören, in jene Haut ergeben [*Koelliker* [2]), *Heidenhain*, *Boll* [3])]. Wir verweisen noch auf § 194.

Schon früher (S. 362, Fig. 339) gedachten wir eines Netzes höchst feiner Sekretionsröhrchen oder Kanälchen, welches man in den *Acinis* mehrerer traubiger Drüsen angetroffen hat.

Auch für die Unterkieferdrüse hat sich das Gleiche herausgestellt [*Pflüger* [4]), *Ewald* [5]) u. A.]. Man erkennt schon in leerem Zustande jenes Netzwerk in Form heller, etwas glänzender Streifen von 0,002—0,003^{mm}.

Wie weit nun ein in neuester Zeit beobachtetes bindegewebiges Reticulum (*Boll*), welches den *Acinus* durchzieht, mit jenem Sekretionsröhrchen zusammenfällt, und ob es mit den Wandungszellen der *Membrana propria* verbunden ist, diese Dinge bedürfen noch genauerer Ermittelung [6]).

Der Ausführungsgang zeigt eine bindegewebige Wandung. Zwar hatte *Koelliker* hier von einer schwachen Lage mühsam zu erkennender Faserzellen berichtet; doch konnte dieses von anderer Seite (*Henle* [7]), *Eberth* [8]) nicht bestätigt werden. Als Epithelialauskleidung (*d*) treffen wir eine einfache Lage zylindrischer Zellen, deren Körper unterhalb des Kernes deutliche und sehr resistente Längsstreifung erkennen lässt (*Pflüger*).

Das Gefässnetz ist wie bei den traubigen Drüsen überhaupt ein rundliches. Die Kapillaren liegen lose um die Drüsenbläschen. Ihre stärkeren Zu- und Abflussröhren begleiten die Verzweigung des Drüsengangs.

Die Lymphbahnen sind in neuerer Zeit für den Hund durch *Giannuzzi* bekannt geworden. Sie erscheinen als Spalträume in dem interstitiellen Bindegewebe zwischen den Läppchen und Drüsenbläschen, sowie um die Lappen des Organs, und sollen später die venösen wie arteriellen Gefässzweige umscheiden, um schliesslich in förmliche Lymphgefässe überzugehen.

Höchst merkwürdige und wichtige, allerdings zur Zeit noch nicht über allen Zweifel festgestellte Verhältnisse bietet die **Nervenendigung** in der Submaxillardrüse dar. Nach einigen Vorarbeiten von *Krause*, von *Reich* und *Schlüter* [9]) hat, wie schon § 183 erwähnt, ein ausgezeichneter Forscher, *Pflüger*, an der Kaninchendrüse eine umfangreiche Untersuchung angestellt. Die von ihm ursprünglich erhaltenen (später etwas modifizirten) Resultate sind folgende: Einmal treten

markhaltige Nervenfasern an das Drüsenbläschen heran, um dessen *Membrana propria* zu durchbohren (Fig. 444, I) und zwischen die Zellen zu gelangen. Mit ihren Terminalzweigen (II) aber dringt die Nervenfaser in den Körper der Drüsenzelle ein, um in deren Nukleus zu endigen (III).



Fig. 444. Die Nervenendigungen in der Submaxillaris des Kaninchens nach *Pflüger*. I und II. Die Nerven in das Drüsenbläschen eingedrungen und zwischen dessen Zellen endigend. III. Endigung einer Nervenfaser im Kern einer Drüsenzelle. IV. Eine solche mit einer „Ganglienzelle".

Ferner verbinden sich Nervenfasern mit multipolaren Zellen, von *Pflüger* für Ganglienkörper erklärt, welche äusserlich der *Membrana propria* aufliegen (IV). Ausläufer letzterer dringen dann in das Protoplasma der Drüsenzelle ein.

Endlich beschreibt *Pflüger*, wie andere Nervenfasern in Büschel feinster Primitivfibrillen zerfallen und letztere mit dem Körper des Zylinderepithels der Gänge verschmelzen. Die Längszeichnung jener Zylinderzellen unterhalb des Kerns, deren wir schon oben gedachten, soll dadurch hervorgerufen werden [10].

Wir enthalten uns zur Zeit noch eines Urtheils über diese Angaben, bemerken jedoch nur, dass wir niemals etwas Derartiges aufzufinden vermochten, und die »multipolaren Ganglienkörper« schon oben als bindegewebige Zellen, welche die Wandbegrenzung des Drüsenbläschens bilden, beschrieben, und dass wir leider niemals etwas gesehen haben, was mit den *Pflüger*'schen Ergebnissen übereingestimmt hätte.

Weniger beachtet worden ist bisher die Textur der Sublingualdrüse. Nach den Angaben *Heidenhain*'s [11]) ergibt sie sich beim Hunde als der Submaxillardrüse nahe verwandt, und zeigt dieselbe Duplizität des zelligen Inhaltes, Schleimzellen umgeben von Randzellen. Doch sind die Gruppen der letzteren gewöhnlich grösser als bei der Unterkieferdrüse, und umgreifen manchfach die ganze Peripherie der Drüsenbläschen. Ja ein Theil der letzteren entbehrt der Schleimzellen gänzlich. Das interstitielle fibrilläre Bindegewebe der Drüse zeichnet sich beim Hunde endlich durch einen grossen Reichthum von Lymphoidzellen aus.

Muskelfasern gehen den *Bartholini*'schen und *Rivin*'schen Gängen der Sublingualis gänzlich ab.

Verhältnissmässig wenig wissen wir zur Zeit über den Bau der Parotis. Die Wand derselben zeigt die nämlichen abgeplatteten vielstrahligen Zellen, deren wir bei der Unterkieferdrüse zu gedenken hatten. Die Drüsenbläschen messen 0,0338—0,0519^{mm}. Sie enthalten körnige Zellen von 0,0135—0,0180^{mm}. Eine Mucinumwandlung derselben treffen wir niemals, weder bei Menschen, noch bei Säuge-

thieren. Ihre Ausführungsgänge scheinen mit gewöhnlichem Zylinderepithelium bekleidet zu sein, da man die fibrilläre Umwandlung der unteren Zellenhälfte, welche die Submaxillaris darbietet, hier vermisste. Im Innern der Parotis und verschiedener anderer traubiger Drüsen, möglicherweise auch der Submaxillaris mancher Säugethiere sind die Anfangstheile des ausführenden Gangwerks von einer anderen Zellenform hergestellt, den sogenannten »zentro-acinären« Zellen, welche *Langerhanns*[12]) zuerst im Pankreas aufgefunden hat (s. u.). Es sind platte an Gefässepithelien erinnernde Elemente, meistens von spindel-, selten sternförmiger Gestalt. Sie grenzen bald unvollkommener, bald unvollständiger einen Axenkanal des Acinus ein (*Ebner*).

Auch die Netze feinster Sekretionsröhrchen fehlen der Parotis ebensowenig als der Unterkieferdrüse [*Gaviotti*[13]), *Ebner*, *Boll*[14])].

Nach *Pflüger* wäre die Nervenendigung beim Kaninchen ähnlich wie in der Submaxillaris.

Die Speicheldrüsen entstehen nach dem Typus der traubigen, und zwar ziemlich frühe, beim menschlichen Embryo schon von der letzten Hälfte des zweiten Monates an. Von ihren soliden Enden her vergrössern sie sich durch Zellenknospen. Bereits im dritten Monate sind sie ziemlich ausgebildet.

Anmerkung: 1) Die Endigungen der Absonderungsnerven in den Speicheldrüsen. Bonn 1866, ferner im Arch. für mikr. Anat. Bd. 5, S. 193 und im *Stricker*'schen Handbuch S. 306; *G. Gianuzzi* in den Berichten der sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, math.-physik. Klasse 1866, S. 68; *Heidenhain* in dem vierten Hefte der Studien des physiolog. Institutes zu Breslau, 1868, S. 1; *A. Ewald*, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Speicheldrüse des Hundes. Berlin 1870. Diss.; *Ranvier* in *Frey*'s *Traité d'histologie et d'histochimie*, *traduit par P. Spillmann. Paris* 1871, *p.* 437. Aus der älteren Literatur heben wir noch hervor den Artikel: »*Salivary glands*« von *Ward* in der *Cyclopedia*, Vol. IV. p. 422; *Koelliker*'s Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 49 und *Henle*'s Eingeweidelehre S. 131 — 2) Gewebelehre, 5. Aufl., S. 357. Diese Zellen dürfte aber schon früher *Henle* an der Parotis gesehen haben (Eingeweidelehre S. 46). — 3) Die Arbeiten *Boll*'s finden sich im Arch. für mikr. Anat. Bd. 4, S. 146; Bd. 5, S. 334 und in dessen Inaugural-Dissertation: Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der acinösen Drüsen. Berlin 1869. — 4) Arch. für mikr. Anat. Bd. 5, S. 203. — 5) S. dessen Dissertation. — 6) *V. von Ebner* im Arch. für mikr. Anat. Bd. 8. S. 481. — 7) Eingeweidelehre S. 136. — 8) Zeitschr. für wissensch. Zoologie, Bd. 12, S. 360. — 9) S. § 183, Anm. 13. — 10) Schon *Reich* hatte diese Verbindung der Nervenfasern mit den Epithelzellen der Ausführungsgänge behauptet. Man s. noch als weitere Aeusserungen über die Nervenendigung in den Speicheldrüsen *S. Mayer* (Arch. f. mikr. Anat. Bd. 6, S. 101); *Krause* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Arch. 1870, S. 19; *G. Asp* im Centralblatt 1873, S. 565. Alle haben sich gegen *Pflüger* erklärt. — 11) a. a. O. S. 115. — 12) S. dessen Dissertation: Beiträge zur mikr. Anatomie der Bauchspeicheldrüse. Berlin 1869. — 13) Arch. für mikr. Anat. Bd. 5, S. 409. — 14) Vergleiche dessen Dissertation S. 25.

§ 246.

Der Speichel, Saliva[1]), wie er in der Mundhöhle des Menschen sich findet, ist ein sehr verwickeltes Gemenge der Absonderungen verschiedener in die Mundhöhle mündender Organe, einmal der zahlreichen kleineren traubigen Schleimdrüsen, welche wir § 244 besprochen haben, dann der *Parotis*, sowie der *Submaxillaris* und *Sublingualis*. Unter Umständen mischen sich ihm noch die Sekrete der Nasenschleimhaut und der Thränendrüse bei. Wir wollen zuerst nach der wechselnden Mischung dieser Gesammtflüssigkeit sehen, und dann Dasjenige anreihen, was der Fleiss der Physiologen und Chemiker über die Einzelsekrete bisher kennen gelehrt hat.

Der Gesammtspeichel stellt ein farbloses, leicht getrübtes, etwas zähflüssiges Fluidum ohne Geruch und Geschmack dar. Die Reaktion ist gewöhnlich eine schwach alkalische oder auch neutrale, selten eine sauere. Das spezifische Gewicht schwankt zwischen 1,004—1,009.

Bei mikroskopischer Untersuchung gewahren wir in ihm die abgestossenen Plattenepithelien, zuweilen abgespülte Drüsenzellen und als drittes nie fehlendes Element, bald sehr spärlich, bald in grosser Menge, die sog. Speichelkörperchen (Schleimkörperchen). Letztere bieten das Bild einer in wässeriger Umgebung gequollenen Lymphoidzelle und bei unversehrtem Zustande ein lebhaftes Tanzen kleiner Moleküle des Zellenkörpers dar. Man hat diese Bewegung von jeher unbedenklich für eine molekuläre gewöhnlicher Art genommen, eine Auffassung, welche hinterher durch *Brücke*[2]) bekämpft worden ist.

In chemischer Hinsicht zeigt uns das Sekret einen geringen, zwischen 5—10 auf 1000 variirenden Gehalt an festen Bestandtheilen. Unter den organischen Stoffen ist der wichtigste ein an Alkalien oder Kalkerde gebundener, sehr veränderlicher Fermentkörper, das sogenannte Ptyalin von *Berzelius*, unlöslich in Alkohol, schwer löslich in Wasser; im Uebrigen noch nicht rein dargestellt. Dazu kommen Mucin, vielleicht etwas Leucin (?), Extraktivstoffe, Fette und fettsaures Alkali[3]). Als abnormen pathologischen Bestandtheil hat man Harnstoff beobachtet. Die anorganischen Verbindungen sind Chloralkalien, geringe Mengen phosphorsaurer Alkalien und Erden, kohlensaure Salze, etwas Eisenoxyd und ausserdem, wenigstens beim Menschen, in merkwürdiger Weise noch das Schwefelcyankalium (Rhodankalium), worüber man S. 56 vergleiche. Als Beispiel einer quantitativen Zusammensetzung diene eine Analyse von *Frerichs*[4]). Der Speichel eines gesunden Mannes enthielt:

Wasser	994,10
Feste Bestandtheile	5,90
Epithelien und Schleim	2,13
Fett	0,07
Speichelstoff und geringe Mengen Alkoholextrakt .	1,41
Rhodankalium	0,10
Chlornatrium, Chlorkalium, phosphorsaure Alkalien und Erden und Eisenoxyd	2,19

Der Speichel enthält an Gasen geringe Mengen von Stickgas und Sauerstoff (doch letzteres in weit höherer Menge als andere Sekrete) und reichliche Kohlensäure[5]).

Die Menge des Speichels wird sich natürlich sehr ungleich gestalten müssen. Man hat sie für den Menschen auf 1500 Grms. (*Bidder* und *Schmidt*), aber auch viel niedriger geschätzt.

Die Wirkung des Speichels ist einmal die des Wassers; ferner diejenige einer schleimigen, einhüllenden Flüssigkeit; endlich aber noch eine chemische, nämlich zur Umwandlung von Stärkemehl ($C_6H_{10}O_5$), in Dextrin ($C_6H_{10}O_5$) und Traubenzucker ($C_6H_{12}O_6$) führende. Als Fermentkörper gilt allein das sogenannte Ptyalin.

Wenden wir uns nun zu den einzelnen Absonderungen, deren Gemisch diesen Speichel herstellt, so haben wir hier zunächst des Mundschleimes zu gedenken. Die Menge desselben ist nach Versuchen an Thieren keine sehr bedeutende. *Bidder* und *Schmidt* fanden bei Hunden einen Wassergehalt von 99%. Er ist im Uebrigen reich an geformten Elementen, Plattenepithelien und Speichelkörperchen.

Der Submaxillarspeichel der Hunde ist zur Zeit das am genauesten gekannte jener Sekrete. Wie *Ludwig*[6]) schon vor längeren Jahren fand, steht seine Absonderung unter dem Einflusse des Nervensystems. Durch eine ganze Reihe experimenteller Studien [theils von *Ludwig* und seinen Schülern[7]), theils von *Koelliker* und *Müller*[8]), *Czermak*[9]), *Bernard*[10]), *Eckhard* und *Adrian*[11]), *Heidenhain*[12])] hat sich Folgendes ergeben: Die Submaxillardrüse erhält als ersten Nerven einen Ast des Facialis, gemischt mit einem geringen Kontingente von Trigeminusfasern; es ist dieser die Fortsetzung der *Chorda tympani*. Zweitens treten mit der

Arterie Fasern des Sympathikus in die Drüse ein, und endlich bekommt sie Nervenfasern aus dem *Ganglion submaxillare*, welche mit der Chorda zum Organ verlaufen, und reflektorisch von der Zunge aus durch den Lingualis erregt werden.

Die Reizung der Chorda erregt die reichliche Absonderung eines stark alkalischen, an Wasser (99%) reichen, wenig fadenziehenden Fluidum; hierbei wird die Drüse von reichlicherer Blutmenge rascher durchströmt, der Druck in der Vene steigt, die ganze Blutmasse verlässt hellroth das Organ (*Bernard*), und das letztere erwärmt sich um 1°C. (*Ludwig* und *Spiess*). Die Unabhängigkeit der Absonderung von jener Blutströmung erhellt aber daraus, dass auch bei Unterbrechung des Karotidenstroms, ebenso am abgeschnittenen Kopfe, die Sekretion von jenem Nerven aus herbeigeführt werden kann.

Ganz anders spricht sich die Reizung der sympathischen Speichelnerven aus (*Czermak, Eckhard*). Der Blutumlauf erfährt eine beträchtliche Verlangsamung, und durch die Vene verlässt ein tief dunkles Blut das Organ. Aus dem Drüsengange dringt eine geringe Menge eines sehr zähflüssigen, trüben, an festen Bestandtheilen (1,6—2,8%) reicheren stark alkalischen Sekrets hervor.

Im Chordaspeichel hat man Mucin, verschiedene Eiweisskörper getroffen, ebenso in dem Sympathikussekret. Letzteres ist an Mucin sehr reich. Man kennt von beiden Sekreten der Unterkieferdrüse keine Einwirkung auf die Nahrungsmittel mit Ausnahme einer sehr schwachen zuckerbildenden Eigenschaft, welche dem Sympathikusspeichel des Hundes zukommt.

Von grossem Interesse sind die in beiderlei Speichelarten der Unterkieferdrüse auftretenden Formbestandtheile. Schon vor längeren Jahren hatte *Eckhard* im Sympathikussekrete des Hundes zahlreiche Gallertklümpchen getroffen, welche dem Chordaspeichel fehlen sollten.



Fig. 445. Submaxillardrüse des Hundes mit ihren durch starke Reizung der Chorda veränderten Inhaltszellen *a* und unveränderten Resten *b* nach *Heidenhain*.

Der Submaxillarspeichel führt, wie *Heidenhain* beobachtete, zunächst ausgestossene Schleimzellen, entweder denjenigen des Drüsenbläschens gleich oder in Quellung und Auflösung begriffen, so dass eigenthümliche sehr blasse und rundliche, Tropfen gleichende Massen resultiren. Dann zeigt unser Sekret **Speichelkörperchen**, d. h. ausgewanderte Lymphoidzellen auf verschiedenen Lebensstufen.

Wird einer der beiden Sekretionsnerven der Unterkieferdrüse länger und anhaltend gezeigt, so nimmt begreiflicherweise die Menge dieser sogenannten Speichelkörperchen zu.

Ein solcher Eingriff führt zuletzt, wie *Heidenhain* entdeckte, zu einer merkwürdigen Umwandlung des Drüseninnern (Fig. 445). In den allermeisten Bläschen sind die Schleimzellen scheinbar verschwunden, und ungleichmässig granulirte gekernte Zellen, kleiner als jene, zu erkennen.

Die Sache erklärt sich einfach so, dass unsere Zellen das Mucin abgegeben und sich wieder mit Protoplasma erfüllt haben (*Ewald, Ranvier*).

Beim **Menschen** enthält der Submaxillarspeichel in alkalischer Flüssigkeit ebenfalls reichliches Mucin, führt jedoch daneben noch das zuckerbildende Ferment und Schwefelcyan (S. 56), welches auch dem Sublingual- und Parotidenspeichel zukommt, dagegen dem Thierspeichel fehlt [13].

Wenig untersucht ist noch der Speichel der Sublingualdrüse. Nach den Erfahrungen *Heidenhain*'s steht die Drüse beim Hunde unter ähnlichen Nerveneinflüssen des Facialis und Sympathikus wie die Submaxillaris. Reizung der Chordafasern lässt auch dieses Sekret reichlicher fliessen.

Der Sublingualspeichel ist eine ganz ungemein zähe, vollkommen glashelle Masse, welche man kaum noch eine Flüssigkeit nennen kann. Die Reaktion ist alkalisch, die Menge der festen Bestandtheile ungefähr 2,75% [14]).

Das Sekret der Parotis endlich hat sich durch Reizung eines Gehirnnerven, des *N. petrosus superficialis minor*, welcher einen Ast des *Facialis* bildet, gewinnen lassen (*Ludwig*, *Bernard*). Aber auch die Reizung des Sympathikus führt hier wiederum zur Sekretion (*Eckhard*, *von Wittich*, *Nawrocki* [15])). Es reagirt weniger stark alkalisch als der Submaxillarspeichel, ist immer dünnflüssig und gar nicht fadenziehend, ohne Reaktion auf Mucin, enthält bei 5—6% festen Rückstandes (*Ordenstein*) Eiweiss und beim Menschen, wie schon erwähnt, das Schwefelcyan gebunden an Kali (oder Natron). Bei letzterem (*Ordenstein*) kommt der zuckerbildende Fermentkörper im Parotisspeichel vor; dagegen fehlt er dem gleichen Sekret der Hunde (*Bidder* und *Schmidt*, *Bernard*).

Anmerkung: 1) *Wright, On the physiology and pathology of the saliva. London* 1842; *Jacubowitsch, De saliva. Dorpati* 1848, Diss.; der *Frerichs*'sche Artikel: »Verdauung« im Handw. d. Phys. Bd. 3, Abth. 1, S. 758; *Tilanus, De saliva et muco. Amstelodami* 1849. Diss.; *Bidder* und *Schmidt*. Verdauungssäfte etc., S. 1; *Bernard, Leçons sur les propriétés physiologiques et les alterations pathologiques des liquides de l'organisme. Paris* 1859, *p.* 239; *L. Ordenstein* in *Eckhard*'s Beiträgen zur Anatomie und Physiologie, Heft 2. Giessen 1859, S. 103. Vortrefflich, hier wie in vielen anderen Gebieten, ist wiederum die Darstellung bei *W. Kühne*, Lehrbuch S. 1. Aeltere Zusammenstellungen enthalten die Werke von *Lehmann*, Physiol. Chemie, 2. Aufl., S. 251 und *Gorup*, S. 433. — 2) S. dessen Aufsatz in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 44, S. 381. — 3) Die Speicheldrüsen selbst enthalten in sehr geringer Menge Leucin (*Frerichs* und *Staedeler*, Mittheil. der naturf. Ges. in Zürich Bd. 4, S. 88). — 4) a. a. O. S. 766. — 5) S. *Pflüger* in seinem Archiv Bd. 2, S. 175. — 6) Man vergl. *Ludwig* in den Mitth. d. naturf. Ges. in Zürich Bd. 2, S. 210 und in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Ztschr. N, F. Bd. 1. S. 255, sowie in d. Wiener med. Wochenschr. 1860, No. 28, S. 433. — 7) *Ludwig* und *Becher* a. a. O. S. 278; sowie *Rahn* a. d. O. S. 285; *Ludwig* und *Spiess* in den Wiener Sitzungsber. Bd. 25, S. 584. — 8) Würzb. Verh. Bd. 5, S. 215 und Bd. 6, S. 511. — 9) Wiener Sitzungsberichte Bd. 25, S. 3. — 10) *Bernard, Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux. Paris* 1858, *Tome* 2; ferner *Compt. rend. Tome* 47, *p.* 245 und 393 und *Journal de la physiol. Tome* 1, *p.* 648. — 11) a. a. O. S. 205 (*Eckhard*), S. 81 (*E.* und *Adrian*). — 12) a. a. O. (Studien, Heft 4). — 13) Der Chordaspeichel des Kaninchens besitzt an organischen Substanzen nur ein durch Säuren füllbares Albuminat, und bietet demgemäss keine Mucinreaktion dar (*Heidenhain*). Damit stehen denn auch die Verschiedenheiten der Drüsenzellen beim Hund und Kaninchen in Einklang. Ueber das Mucin der Submaxillaris des Rindes hat *S. Obolensky* in neuerer Zeit Untersuchungen angestellt (s. *Pflüger*'s Arch. Bd. 4, S. 336). — 14) a. a. O. S. 120. — 15) Vergl. *Eckhard* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 28, S. 120 und Bd. 29, S. 1; *von Wittich* in *Virchow*'s Archiv Bd. 37, S. 93 und Bd. 39, S. 184; *F. Nawrocki* in *Heidenhain*'s Studien. Heft 4, S. 125.

§ 247.

Die Zunge [1]) ist ein wesentlich muskulöses Organ, überkleidet von einer Schleimhaut, welche über den vorderen grösseren Theil des Zungenrückens eine Unzahl entwickelter mit Nerven versehener Papillen, der sogenannten Geschmackswärzchen, führt, und so zum Sinnesorgane wird.

Indem wir die Erörterung ihrer aus quergestreiften Fäden (§ 167) bestehenden, theils senkrecht, theils quer und theils longitudinal verlaufenden Muskulatur zum grössten Theile der beschreibenden Anatomie überlassen, seien nur wenige Punkte hier erwähnt.

Der sogenannte Faserknorpel der Zunge, welcher als dünner Vertikalstreifen in der Mittellinie durch das Organ verläuft, rechnet nicht zum Knorpelgewebe, sondern besteht aus innig verwebten Bindegewebebündeln. Zu seinen Seiten steigen die beiden *Genioglossi* empor, die mit ihren Faserbündeln sich aus-

breitend von dem *Transversus linguae* mehr oder weniger rechtwinklig durchsetzt werden. Beiderlei Muskeln stellen die Hauptmasse des Organs dar. Der *Hyoglossus* mit seinen beiden Theilen, der erste der die Rinde der Zunge bildenden Muskeln, läuft an den Seitentheilen der Zunge, dem Genioglossus ähnlich, ebenfalls durchsetzt von den Aussentheilen des Transversus seiner Seite. Der *Styloglossus* tritt mit seiner schwächeren inneren Partie quer zwischen Genioglossus und Hyoglossus bis zum Faserknorpel hin, während der stärkere äussere Theil seitwärts an der äusseren Fläche des Hyoglossus nach vorne verläuft, um hinter dem Frenulum und vor dem vorderen Ende der Sublingualdrüse mit den Faserbündeln der anderen Seite zusammenzutreffen. Hierzu kommen noch längsziehende Muskelmassen, welche von der Wurzel nach der Spitze ziehen, und zwar theils an der Unterfläche, theils am Rücken. Die erstere Lage ist die massenhaftere, mit dem Namen des *M. lingualis* versehen und vorne durch Fasern der äusseren Partie des Styloglossus verstärkt. Sie läuft zwischen Genio- und Hyoglossus bis zur Zungenspitze, wo sie sich in Bündel auflöst, die einmal nach vorne, anderen Theiles nach oben gehen. Die oberflächliche dünnere Längslage (*Lingualis superior*) kommt unter der Schleimhaut des ganzen Zungenrückens vor. Diejenigen Muskelzüge, welche in das Schleimhautgewebe sich verlieren, wie die senkrecht aufsteigenden des Genioglossus in der Mitte und des Hyoglossus an den Seitentheilen des Organs, zeigen gegen das Ende spitzwinklige Zerspaltungen, und endigen im Bindegewebe unter konischer Zuspitzung[2]).

Wichtiger erscheint die Schleimhaut selbst. Dieselbe, von dem geschichteten Plattenepithelium der Mundhöhle (§ 90) bedeckt, ist mit Ausnahme der Papillen in nichts wesentlich von andern Mukosen verschieden. Ihr bindegewebiges Stratum ist ziemlich stark und mit reichlicheren elastischen Fasern versehen, ebenso eine grosse Menge von Blutgefässen führend.

In der Geschmacksgegend fehlt ein submuköses Gewebe, indem eine fest verwebte bindegewebige Schicht, der untere Theil des Schleimhautgewebes, die Stelle ersetzt.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Todd-Bowman* a. a. O. *Vol.* 1, *p.* 434; *Koelliker*, Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 12; *Gerlach* l. c. S. 288; *Henle*'s Eingeweidelehre S. 119; *Zaglas* in den *Annals of Anatomy and Physiology, ed. by Goodsir. Vol.* 1, *p.* 1; *Hyde Salter*'s Artikel: »*Tongue*« in der *Cyclopaedia Vol.* 4, *p.* 1131; *Sachs, Observationes de linguae structura penitori. Vratislaviae* 1856. *Diss.*; endlich *Klein* im *Stricker*'schen Sammelwerk S. 367. — 2) Wir verweisen hierüber auf S. 299. In der Froschzunge gibt *Billroth* einen Uebergang der feinsten Ausläufer des Muskelfadens mit Bindegewebekörperchen an (Deutsche Klinik 1857 191 und *Müller*'s Archiv 1858, S. 159); *A. Key* (letztere Zeitschr. 1861, S. 335 Note) berichtet uns später das Gleiche. Auch für die menschliche Zunge wird von Ersterem ein gleiches Verhalten angeführt.

§ 248.

Während die Schleimhaut der Zunge an der Unterfläche fast glatt und ohne Papillen bleibt, kommen die Geschmackswärzchen[1]) vom *Foramen coecum* an über den vorderen Theil des Zungenrückens in Unzahl vor. Man unterscheidet bekanntlich, obgleich eine Menge von Uebergangsformen sich finden, derselben dreierlei, die fadenförmigen, schwammförmigen und die umwallten.

Die fadenförmigen Geschmackswärzchen, ***Papillae filiformes, s. conicae*** (Fig. 446) finden sich bei weitem in grösster Menge vor, und bestehen aus einem kegelförmigen Grundstock, welcher eine Anzahl dünner zugespitzter Papillen pinselartig auf seiner Spitze trägt. Die Menge dieser kleinen Wärzchen wechselt von 5 zu 10, 12, 15 und mehr. Ganz eigenthümlich ist die starke Ausbildung, welche die Epithelialschicht hier gewinnen kann. Stark verhornt kommt sie in langen fadenförmigen, zuweilen sich theilenden Spitzen über den Papillen vor, und lässt dieselben ansehnlich verlängert erscheinen. Daneben begegnet man andern derartigen Papillen, welche nur einen Epithelialüberzug von geringer Stärke

tragen. Die Gefässe bestehen in einer Kapillarschlinge für jedes der kegelförmigen Wärzchen mit einem Arterien- und Venenstämmchen für die ganze Gruppe. Die



Fig. 446. Zwei fadenförmige Papillen des Menschen, die eine (*p* links) mit, die andere (*p* rechts) ohne Epithelium. Der Epithelialüberzug *e*, nach oben über den Einzelpapillen in lange pinselförmige Fortsätze *f* auslaufend. Das Gefässsystem der einen Papille mit dem Arterienstämmchen *a* und der Vene *v*. Kopie nach *Todd* und *Bowman*.



Fig. 447. Schwammförmige Geschmackswärzchen des Menschen. *A*. Eine Papille links mit dem Epithelialüberzuge *e* und über die ganze Oberfläche mit den kegelförmigen Einzelpapillen *p* besetzt. *B*. Eine andere bei schwächerer Vergrösserung mit der Epithelialhülle *c*, sowie den Haargefässschlingen *d*, der Arterie *a* und Vene *v*; *e* Kapillarschlingen in den angrenzenden einfachen Papillen der Schleimhaut. Kopie nach *Todd* und *Bowman*.

Endigung der Nerven ist noch nicht ermittelt. Die stärkste Ausbildung erlangen diese Geschmackswärzchen über der Mitte des Zungenrückens, während sie nach den Rändern und der Spitze an Mächtigkeit abnehmen. Hier kommen vielfach dieselben reihenweise, umhüllt von gemeinschaftlichen Epithelialscheiden, vor[2].

Die zweite Form, die schwammförmigen Geschmackswärzchen, *Papillae fungiformes s. clavatae* (Fig. 447), erscheinen zerstreut über den ganzen Rücken der Zunge unter der Menge der vorigen Varietät, am zahlreichsten nach der Spitze hin. Sie zeichnen sich aus durch ihre dickere, keulenförmige Form und ihre glatte nicht pinselförmige Oberfläche bei geringerer Mächtigkeit der Epithelialdecke. Die schwammförmige Papille erhebt sich mit einem engeren halsartigen Theile aus der Schleimhaut, um mit einer rundlicheren kolbigen Partie zu endigen. Die ganze Oberfläche der letzteren (*A*) ist mit zahlreichen kegelförmigen Einzelpapillen (*p*) besetzt, über welche der Epithelialüberzug (*A. e. B. e*) hinwegläuft. Das Schlingenwerk der Gefässe (*c*) ist hier ein weit reichlicheres als bei der vorigen Form. Die Nerven treten mit stärkeren Stämmchen ein, sind aber in ihrer Endigung noch nicht erforscht. Nach *Krause* kommen Endkolben (§ 184 S. 336) vor.

Die dritte Form endlich, die umwallten Geschmackswärzchen, *Papillae vallatae s. circumvallatae* (Fig. 448), stellt die grössten und wohl auch für die Geschmacksempfindung wichtigsten unserer Organe dar. Sie zeigen bei Mensch[3]) und Säugethieren[4]) mancherlei Verschiedenheiten. Die Zahl der-

selben ist eine geringe, aber wechselnde, ungefähr 10—15 betragende. Sie stehen in Vförmiger Stellung an der Zungenwurzel. Ein jedes unserer Geschmackswärzchen (*A*) wird von einem ringartigen Schleimhautwalle (*B*) umgeben, in welchen traubige Drüschen einmünden (*Schwalbe*), und trägt auf der breiten Oberfläche eine Menge kegelförmiger Einzelpapillen (*c*), von gleichmässiger Epithelialmasse (*a*) bedeckt. Die Warze, welche an der Spitze des V gelegen ist, erhebt sich aus einer tieferen Grube, dem sogenannten *Foramen coecum linguae*.



Fig. 448. Eine umwallte Papille des Menschen. *A*. Mit den Einzelpapillen *c*, dem Epithelium *a* und den Nervenstämmen *b*. *B* Der umgebende Wall mit seinen Nerven *b*. Kopie nach *Todd* und *Bowman*.

Der Nervenreichthum ist ein ansehnlicher (*b*. *b*). Die Stämmchen bilden zierliche Plexus, aus welchen dann die Primitivröhren abtreten, welche in ihrer Endigungsweise später zu erörtern sind. Auch der umgebende wallartige Theil ist reich an Nerven (*B*. *b*).

Was die Herkunft der in den Geschmackswärzchen endigenden Nerven betrifft, so stammen sie aus dem Trigeminus und Glossopharyngeus, da der Hypoglossus nur Bewegungsnerv der Zunge ist. Der *Ramus lingualis* aus dem dritten Aste des Trigeminus, in Verbindung mit der *Chorda tympani*, versieht den vorderen Theil des Zungenrückens, während der Zungenast des Glossopharyngeus die hintere Partie des Rückens versorgt, und in die umwallten Papillen mit seinen Stämmchen eindringt. Beiderlei Nervenzweige führen kleine Ganglien [5]. Zum Schmecken dürften kaum die mit verhornter Epithelialmasse bekleideten fadenförmigen Papillen geeignet sein [*Todd* und *Bowman* [6]], während für jenes, ebenso wohl das Gefühl, die beiden anderen Formen dienen.

Die Lymphgefässe der Zunge haben *Sappey* und *Teichmann* [7]) näher untersucht. Nach dem Letzteren ist die Schleimhaut, mehr aber noch das submuköse Gewebe, reich an lymphatischen Kanälen, während die Muskulatur nur von förmlichen Gefässen durchsetzt wird. In dem Grundstocke der fadenförmigen Papillen liegt ein Lymphnetz, aus welchem blindsackige Gänge in die eigentlichen Papillen hineinragen.

Die Bildung der Zunge beim Embryo findet schon in der sechsten Woche des Fruchtlebens statt. Anfänglich ein mächtiger Wulst bleibt sie später in ihrem Wachsthum zurück. Die Papillen sollen mit dem dritten Monate sich zu entwickeln beginnen.

Anmerkung: 1) Man vergl. das Werk von *Todd* und *Bowman*, *Vol.* I, *p.* 437; ebenso von *Koelliker* Bd. 2, Abth. 2, S. 22. — 2) Die fadenförmigen Geschmackswärzchen bieten zahlreiche Variationen dar, welche *Koelliker* und *Henle* genauer verfolgt haben. Ein Fadenpilz, *Leptothrix buccalis*, wuchert nicht selten zwischen und auf jenen Papillen in mächtigster Menge. — 3) Vergl. *Henle*'s Eingeweidenlehre S. 125. Darüber erhielten wir einige Mittheilungen von *C. Lovén* (Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 4, S. 96), umfangreichere von *G. Schwalbe* ebendaselbst (S. 154). — 4) Die Nervenäste des Glossopharyngeus in der Zunge führen, wie *Remak* (*Müller*'s Archiv 1852, S. 58) fand, mikroskopische Ganglien. Auch an sehr feinen Aestchen des *N. lingualis* kommen sie vor. Man vergl. *Schiff* im Archiv für physiol. Heilkunde 1853, Bd. 12, S. 382. — 5) *Schwalbe* a. a. O. S. 177. — 6) a. a. O. S. 71. — 7) S dessen Werk S. 71.

§ 249.

Hinter dem *Foramen coecum* begegnet man einer für das unbewaffnete Auge mehr oder weniger glatt erscheinenden Schleimhaut, wo die geschichtete Epitheliallage kleinere einfache, nur mit einer Gefässschlinge versehene Papillen bedeckt.

Hier treten verschiedene Formen von Drüsen auf. Zuerst erscheinen schon vor dem *Foramen coecum* spärlich kleinere Schleimdrüsen, welche dann unter den umwallten Papillen und nach hinten gegen die Zungenwurzel eine mächtige zusammenhängende Lage bilden.

An der unteren Fläche der Zungenspitze kommen noch zwei andere ansehnlichere traubige Drüsenmassen vor, welche mit mehrfachen Ausführungsgängen neben dem Frenulum münden [*Blandin*, *Nuhn*[1])]. Ihre Funktion ist noch unbekannt.

Vom hinteren Viertheil der Zunge endlich beginnen lymphoide Umwandlungen des Schleimhautgewebes, welche manchen Säugern zwar noch ganz abgehen, dagegen bei andern, wie dem Schwein, eine grössere Ausdehnung erreichen. Bei letzterem Thiere kann es hier in grösseren Papillen zur Bildung von Follikeln, eingebettet in einer engmaschigeren netzförmigen Bindesubstanz, kommen (*Schmidt*).

In weiterer Entfaltung führt diese Metamorphose des Schleimhautgewebes (an welcher auch der Pharynx Antheil nehmen kann) grössere, schärfer abgegrenzte lymphoide Organe herbei, die in ihrer Verbreitung, ebenso der Struktur, zwar mancherlei Variationen darbieten, dagegen beim Säugethier weit verbreitet sind, und auch dem Menschen nicht abgehen.

Es zählen hierher die sogenannten Zungenbälge oder Balgdrüsen der Mundhöhle, die Mandeln oder Tonsillen und für den Schlundkopf die Pharynxtonsille, ein von *Koelliker* vor Jahren aufgefundenes Gebilde [2]).



Fig. 449. Schema eines Zungenbalgs. *a* Die balgartige Einstülpung des Schleimhautgewebes mit seinen Papillen; *b* die lymphoide Wandungsschicht mit den Follikeln.

Die Zungenbälge (Fig. 449) kommen beim Menschen bald mehr vereinzelt, bald gedrängt auf dem hinteren Theile des Zungenrückens von den *Papillae circumvallatae* an bis zur Epiglottis und quer über von der einen Mandel zur andern vor. Sie bestehen aus einer bald flacheren, bald tieferen (bis 3,5^{mm} und mehr erreichenden) Grube des ganzen Schleimhautgewebes, so dass neben dem Plattenepithel auch die einfachen Papillen über den eingestülpten Theil noch sich erhalten haben können. Eine dicke Wandungsschicht retikulärer, zahllose Lymphzellen beherbergender Bindesubstanz umgibt die Grube, und erstreckt sich bis dicht unter die Epithelialdecke. In jener kommen häufig, ausgezeichnet durch ein loseres, weitmaschigeres Gerüste, und darum heller erscheinend, kleinere (0,28—0,56^{mm} messende) lymphoide Follikel vor. Sie sind bald schärfer, bald weniger deutlich abgegrenzt. Andere unserer Organe bieten jene Follikel nicht dar. Meistens umgibt eine festere bindegewebige Kapsel den Zungenbalg. Doch auch sie fehlt bei weniger genau abgegrenzten Exemplaren. Zahlreiche traubige Drüsen endlich pflegen neben und unter dem Zungenbalge vorzukommen. Ihre ausführenden Gänge münden theils in dichter Nähe auf der freien Oberfläche der Schleimhaut, theils in der Höhlung der Balgdrüse aus. — Manchen Säugethieren gehen jene Zungenbälge gänzlich ab, wie dem Kaninchen, Schaf, Hund; andere besitzen sie in einer dem Menschen ähnlichen Textur, wie das Pferd, Schwein und der Ochse.

Blut- und Lymphbahnen verhalten sich denjenigen der Tonsillen ähnlich, so dass auf letztere zu verweisen ist.

Die Tonsillen oder Mandeln, die grössten massenhaftesten lymphoiden Organe der Mundhöhle, kommen dem Menschen und den meisten Säugethieren zu, bieten aber bei letzteren eine nicht unbeträchtliche Manchfaltigkeit des Baues dar; ja sie können manchen, wie Meerschweinchen, Ratte und Maus, gänzlich fehlen. In einer instruktiven Gestalt erscheint das noch sehr einfache Organ beim Hasen und Kaninchen. Eine Grube ist von dicker lymphoider Wandung mit eingelagerten kleinen Follikeln umstellt; eine bindegewebige Kapsel bildet die Abgrenzung

nach aussen, und zahlreiche traubige Schleimdrüschen der Nachbarschaft senden ihre Gänge theils nach aussen, theils münden sie, die lymphoide Masse durchbrechend, in der Grube aus. Die Tonsille hat also hier noch ganz die Beschaffenheit eines Zungenbalges.

In der Regel zeigen nun aber die Tonsillen einen weit verwickelteren Bau. Im Allgemeinen gruppiren sich dabei Massen, wie wir sie eben für den Hasen und das Kaninchen geschildert haben, bald in geringerer, bald in grösserer Anzahl dicht zusammen, und ihre grubenförmigen Hohlgänge münden dann entweder vereinzelt an der Oberfläche, oder es stossen jene Gänge konvergirend zusammen, um, an das Kanalwerk einer traubigen Drüse erinnernd, einen weiteren Endgang zu bilden. Solcher Hauptgänge können dann noch mehrere getrennt münden; es kann aber auch die Vereinigung so weit gehen, dass, wie beim Ochsen, jede Tonsille nur eine einzige grosse Mündung darbietet. Zwischen beiderlei Extremen finden sich dann der Mittelformen manche.

Eine verschieden dicke lymphoide Schicht umlagert die mit Plattenepithel ausgekleidete und nicht selten noch Schleimhautpapillen zeigende Grube. Nach aussen von festerem Bindegewebe umgrenzt, erstreckt sie sich vielfach bis dicht oder unmittelbar an das Epithelium. In ihr treten in der Regel, doch keineswegs immer, mit loserem Gefüge die Follikel auf.

Dieselben bieten im Uebrigen in ihrer Zahl und der Schärfe der Abgrenzung gegen die fester gewebte lymphoide Zwischenmasse weitere Schwankungen dar. Der Durchmesser mag bei den meisten Säugethieren im Mittel 0,28—0,51^{mm} betragen; grössere, 0,9—1,4^{mm} messende, besitzt der Hund. Ungewöhnlich reichliche Follikel bieten die ansehnlichen Tonsillen des Schweins dar.

Zahlreiche umlagernde traubige Schleimdrüsen fehlen natürlich abermals nicht, spielen vielmehr im Aufbau der Tonsillen eine erhebliche Rolle, und zeigen mit ihren Gängen die gleiche Verschiedenheit wie am Zungenbalge. Sie münden demnach entweder in den grubenartigen Hohlgang oder an der Tonsillenoberfläche aus.

Einigermassen missliche Objekte bieten bei ihren häufigen entzündlichen Erkrankungen die Mandeln des erwachsenen Menschen[3], so dass die Leichen jüngerer Kinder den Vorzug verdienen. Als eine häufige Anordnung beim Erwachsenen fand *Schmidt* theils die Einzelgruben getrennt münden (Fig. 450. *b*), theils zu einem grösseren Gange zusammenstossend (*a*). Schleimhautpapillen bot zwar die Oberfläche des Organs dar; nur in schwachen Spuren dagegen das Grubensystem. Oftmals lagen in nächster Umgebung der Mandeln einzelne abgetrennte kleine Gruben mit lymphoider, Follikel beherbergender Wandung, welche ganz an Zungenbälge erinnerten (*d*).

Die schon oben erwähnte Ausbreitung des lymphoiden retikulären Gewebes im Grunde der Grube bis zur Unterfläche der Epithelialdecke lässt sich an den



Fig. 450. Tonsille des Erwachsenen (nach *Schmidt*). *a* Grösserer Ausführungsgang; *b* einfacherer; *c* lymphoide Wandschicht mit Follikeln; *d* Läppchen, an einen Zungenbalg erinnernd; *e* oberflächliche, *f* tiefere Schleimdrüsen.



Fig. 451. Aus der Tonsille des Schweins. *a* Schleimhautgrube; *b* lymphoides Gewebe; *c* Follikel; *d* Lymphgefässe.

[illegible] kennen. [illegible] des frisch gehärteten Kalbes [illegible] einen überraschenden Reichthum [illegible]

[illegible] Venen ausgezeichnet [illegible] stärkerer und schwächerer Röhren, welche [illegible] unter dem Epithel in etwaige Papillen [illegible] Follikel in jener lymphoiden Schicht sich [illegible] Gefässnetz auf den engeren Raum des interfollikulären [illegible] zusammengedrängt und also noch dichter. In dem Follikel selbst [illegible] radial gerichtete Netzwerk feiner Haargefässe, sehr ähnlich demjenigen, welches wir früher S. 131 für den *Peyer*'schen Follikel kennen gelernt haben.

Was die Lymphbahnen (Fig. 451) der Tonsillen[4] betrifft, so erkennt man in der Nähe der Kapsel und in letzterer selbst ansehnliche Lymphgefässe mit Klappen und knotenartigen Anschwellungen. Sie geben Zweige nach einwärts ab, welche zum Theil ebenfalls noch in ansehnlicher Weite die traubigen Drüsenkörper umziehen, zum Theil aber an den Grundtheil und die Aussenseite der Tonsillenabtheilungen gelangen. Hier stellen sie ein netzartiges Kanalwerk mit stark erweiterten Knotenpunkten dar, theils dringen sie in der lymphoiden Verbindungssubstanz [illegible] den Follikeln nach aufwärts (*b*). In jener zeichnen sie sich durch [illegible] und durch Bildung reichlicher, aber unregelmässig gestalteter Netze aus. Um die Follikel selbst (*c*) bilden dann jene Lymphbahnen Ringe oder [illegible] mit ziemlich engen Bahnen. Zur Oberfläche der Grube, welche die Axenpartie einer Tonsillenabtheilung einnimmt, dringen die interfollikulären Lymphbahnen mehr oder weniger hoch vor, und endigen hier schliesslich blind.

Im Allgemeinen ähnlich verhält sich auch die Lymphbahn der Zungenbalgdrüsen.

Wir [illegible] der Verwandtschaft wegen schon die lymphoiden Organe des [illegible] bei manchen Säugern ausgedehnte lymphoide [illegible] Beim Menschen bietet das Schlundkopfgewölbe [illegible] die Pharynxtonsille[5] dar. [illegible] Schädelbasis anrührt, in Form einer [illegible] dem einen Ostium der *Eustachi*-[illegible] bietet den Bau der Ton-[illegible]

[illegible] Schaf und Hund. [illegible] dem Hasen [illegible]

[illegible] des menschlichen [illegible] vorhanden und [illegible] Follikel [illegible] vorhanden sein, aber [illegible]

[illegible]

und Entwicklungsgeschichte S. 358. An nachfolgenden Arbeiten sind zu nennen: *R. Maier*, Anatomie der Tonsillen. Freiburg 1853; *Huxley* im *Micr. Journ.* 1855, *Vol.* 2, *p.* 74; *Sachs*, *Observationes de linguae structura penitiori. Vratislaviae* 1856. *Diss.* und in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1859, S. 196; *Henle* im Jahresbericht für 1856, S. 59, in seiner und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 8, S. 224 und Eingeweidelehre S. 142; *Sappey* in den *Comptes rendus Tome* 41, *p.* 957 und *Traité d'anat. descript. Fasc.* 1, *Tab.* 3. *Paris* 1857; *Gauster*, Untersuchungen über die Balgdrüsen der Zungenwurzel. Wien 1857; *Eckard* in *Virchow*'s Archiv Bd. 17, S. 171; *A. Böttcher* ebendaselbst Bd. 18, S. 190; *Billroth*'s pathol. Histologie S. 130; *Krause*, Anat. Untersuchungen S. 122; *Frey* in der Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. in Zürich Bd. 7, S. 410. Sehr wichtig ist endlich die ausführliche Bearbeitung des Gegenstandes durch *F. Th. Schmidt* in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 13, S. 221; ebenso ist für das Vorkommen und die verschiedenen Tonsillenformen der Säugethiere werthvoll der Aufsatz von *H. Asverus* in den Leopold. Verhandl. Bd. 29, Jena 1862. — 3) Man vergl. hierüber namentlich *Billroth* a. a. O. S. 161 etc. und die schönen Abbildungen hypertrophischer Tonsillen Taf. 5. — 4) Die Lymphwege der Tonsillen und Zungenbälge sind durch mich (a. a. O.) und *Schmidt* (l. c. S. 281) injizirt worden. Manche der Angaben des letztgenannten Forschers stimmen indessen mit meinen Ergebnissen nicht überein. — 5) Man vergl. *Koelliker*, Gewebelehre, 5. Aufl., S. 392. *Henle*'s Eingeweidenlehre S. 146. *Luschka* im Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 4, S. 1.

§ 250.

Der **Schlundkopf**, *Pharynx*[1], zeigt sein Muskelsystem aus quergestreiften Fasern gebildet (§ 164). Die derbe Mukosa führt im unteren Theile des Organs, bekleidet vom geschichteten Plattenepithelium, noch einfache Papillen. Diese fehlen im oberen Theile (Fornix), wo beim Neugebornen ein Wimperepithelium vorkommt, während der Erwachsene hier geschichtetes Plattenepithel darbietet[2]. Letztere Partie des Pharynx ist im Uebrigen die an Drüsen reichere. Dieselben sind einmal traubige Schleimdrüschen und dann die im vorhergehenden § erwähnten lymphoiden Organe. Die Pharyngealschleimhaut ist reich an **Blut- und Lymphgefässen**; ebenso hat man in ihr Netze blasser, feiner Nervenfasern gesehen [*Billroth*[3], *Koelliker*].

Die **Speiseröhre**, *Oesophagus*, zeigt in ihrer aus einer stärkeren äusseren Längsschicht und einer dünneren inneren Querlage bestehenden Muskulatur ein allmähliches Ersetztwerden des quergestreiften Gewebes durch die kontraktile Faserzelle. Im oberen Drittheile des Organs findet sich allein noch die erstere Form des Muskelgewebes. Dann, beim Eintritt in den Brustkorb, beginnen zunächst in der queren, dann bald auch in der longitudinalen Fleischlage die kontraktilen Faserzellen vereinzelt und gruppenweise zu erscheinen (und zwar zuerst in der Ringslage), welche dann reichlicher und reichlicher werden, so dass schon von der halben Länge der Speiseröhre an die Muskulatur im Allgemeinen zur glatten geworden ist [*Welcker* und *Schweigger-Seidel*[4]], um von nun an für die Wandungen des Verdauungsapparates so zu bleiben.



Fig. 452. Oesophagealdrüsen des Menschen.

Fig. 453. Eine kleine traubige Oesophagealdrüse des Kaninchens.

Die Schleimhaut, locker mit der Muskulatur verbunden, zeigt Längsfalten, führt, von stark geschichtetem Plattenepithelium überzogen, viele einfache Papillen. Sie zeigt im oberen Theile des Oesophagus zahlreiche isolirte Vertikalbündelchen kontraktiler Faserzellen, während weiter nach abwärts eine kontinuirliche längslaufende

Muscularis mucosae aus ihnen entsteht [*Koelliker*, *Henle*, *Klein*[5]], welche die tieferen Partieen der Schleimhaut einnimmt. Letztere ist wenigstens beim Neugeborenen noch deutliches lymphoides Gewebe (*Klein*).

Die Drüsen der Speiseröhre (Fig. 452 und 453), wie es scheint bald spärlich, bald etwas reichlicher vorkommend, sind kleine traubige, wobei häufig zwei oder drei Ausführungsgänge zum gemeinsamen Kanal sich verbinden[6]. Im äussersten Endtheil der menschlichen Speiseröhre, an der Kardia, erscheinen gedrängt kleine nicht bis zur Submukosa herabragende Gebilde, die traubigen Kardiadrüsen [*Cobelli*[7]]. Sie stellen hier einen etwa 2^{mm} hohen Ring dar.

Die Blutgefässe bilden ein mässig weites Kapillarnetz; die Lymphgefässe[8] stellen ein dichtes Maschenwerk vorwiegend längslaufender (0,0209–0,0699mm messender) Röhren in den tieferen Lagen der Mukosa und im submukösen Bindegewebe dar. Die Nerven scheinen sich ähnlich denjenigen des Pharynx zu verhalten.

Anmerkung: 1) *Koelliker*'s Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 124 und Gewebelehre 5. Aufl., S. 391; *Henle*'s Eingeweidenlehre S. 77; *Klein* im *Stricker*'schen Werk S. 371. *Gilette* im *Journ. de l'anat. et de la physiol.* 1872, *p.* 617 (werthlos). — 2) So fand es *Klein* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 57, Abth. 1, S. 67. — 3) S. dessen Aufsatz in *Müller*'s Archiv 1858, S. 148. — 4) S. *Virchow*'s Archiv Bd. 21, S. 455. Unter der darauf bezüglichen Literatur heben wir noch hervor: *Ficinus*, *De fibrae muscularis forma et structura. Lipsiae* 1836. *Diss.*; *Treitz* in der Prager Vierteljahrsschr. 1853, 1, S. 117 und *Henle* a. a. O. S. 156. — 5) *Koelliker* in der Zeitschr. für wissensch. Zoologie, *Henle* a. a. O. S. 148, *Klein* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 57, Abth. 1, S. 1111. — 6) *Frerichs* (und *Frey*) in des Ersteren Artikel: »Verdauung« im Handw. d. Phys. Bd. 3, Abth. 1, S. 746. Bei älteren Individuen können einzelne dieser Drüsenbläschen bis zum Zehnfachen ihres Umfanges erweitert sein. — 7) *R. Cobelli* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 53, Abth. 1, S. 250). Frühere Angaben finden sich in *Koelliker*'s mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 128. — 8) *Teichmann* a. a. O. S. 73.

§ 251.

Eine genauere Besprechung als die zuletzt erwähnten Theile erfordert seiner physiologischen Wichtigkeit willen der Magen, *Ventriculus*, namentlich hinsichtlich seiner Schleimhaut.

Der seröse Ueberzug hat den gewöhnlichen Bau dieser Häute (S. 232); die aus longitudinalen, queren und schief verlaufenden Schichten bestehende Muskulatur ist eine glatte (§ 163).

Die Schleimhaut des Magens führt von der Kardia an (wo mit scharfer gezackter Grenzlinie das Plattenepithelium der Speiseröhre endigt) die zylindrische Epithelialformation (§ 91), welche von nun an durch den ganzen Darm sich erhält. Ihre Zellen erscheinen lang und schmal (von 0,0323—0,0226mm Länge und 0,0045—0,0056mm Breite); die Seitenflächen zeigen eine Zellenmembran, welche jedoch während des Lebens an der nach aussen gerichteten Basis einzelner Zellen fehlen dürfte[1]. Zwischen den unteren verschmälerten Enden jener Zylinder können andere jüngere Epithelzellen erscheinen.

Die Oberfläche der Magenschleimhaut ist keine glatte, sondern eine unebene, mit bald höheren, bald flacheren Vorsprüngen versehen (von 0,0751 bis zu 0,1128 und 0,2mm), welche letztere entweder eine zottenartige Form oder die Gestalt einander kreuzender Fältchen besitzen, so dass von ihren wallartigen Rändern kleinere oder grössere vertiefte Räume begrenzt werden, in denen die Labdrüsen münden, während ein Oeffnen auf der Höhe eines jener Vorsprünge niemals vorkommt. Es kommen hier übrigens noch Lokalitäten und Thierarten mancherlei Verschiedenheiten vor, auf welche wir nicht näher eintreten können.

Ansehnlichere Erhebungen dieser Art treten in dem Pylorustheile des Magens auf, wo überhaupt die Schleimhaut ihre grösste Dicke bis 2^{mm} erreicht, während sie nach der Kardia bei ebenerer Oberfläche an Mächtigkeit abnimmt bis zu 1,11 und 0,56mm[2].

Das eigentliche Schleimhautgewebe ist bei der enormen Menge eingebetteter Drüsen ein sehr wenig massenhaftes. Indessen auch hier kommen nach den verschiedenen Thierarten erhebliche Differenzen vor. In losem Gefüge stellt es in der Regel ein weiches kernführendes Bindegewebe dar (Fig. 454. *a*). — Unterhalb der Drüsenschicht findet sich eine aus faserigem Bindegewebe und mehr flächenhaft gekreuzten glatten Muskelfasern bestehende, 0,0564—0,1128mm dicke Lage, an welcher man eine innere aus vorwiegend queren Fasern gebildete Schicht und eine äussere mit longitudinalem Faserzug unterscheiden kann. Die relative Mächtigkeit beider Schichten wechselt stark an den verschiedenen Stellen der Magenschleimhaut (*Schwarz*). Von dieser flächenhaft angeordneten Muskulatur steigen dünne Bündelchen kontraktiler Faserzellen zwischen den Drüsenschläuchen empor. Ihre Menge nimmt nach der Oberfläche zu ab; die bis unter die Epithelialschicht gelangten biegen horizontal um (*Klein*). Diese *Muscularis mucosae*, deren Anfänge wir schon in der Speiseröhre kennen gelernt haben, erhält sich von nun an, allerdings mit Modifikationen der Anordnung, als integrirender Theil der Verdauungsschleimhaut[3]).

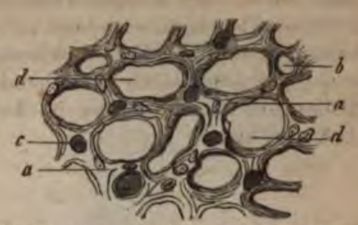


Fig. 454. Querschnitt durch die Magenschleimhaut des Kaninchens. *a* Schleimhautgewebe; *b* Querschnitte leerer und injizirter Blutgefässe *c*; Lücken für die Labdrüsen bei *d*.



Fig. 455. Senkrechter Schnitt durch die menschliche Magenschleimhaut; *a* Schleimhautvorsprünge; *b* Labdrüsen.

Aber jene Beschaffenheit des Schleimhautgewebes kann eine andere werden, und wird es gar nicht selten. Zwischen den Zügen des Bindegewebes erscheinen in geringerer oder grösserer Menge Lymphoidzellen, so dass sich ein Uebergang zu dem retikulären lymphoiden Gewebe der Dünndarmmukosa darbietet[4]).

Die zahllosen Drüsen des Magens bilden zwei (kaum jedoch scharf geschiedene) Formen, nämlich die sogenannten Magen- oder Labdrüsen und die Magenschleimdrüsen.

Erstere[5]) sind die schon früher (§ 198) erwähnten Schläuche, welche in senkrechter Stellung höchst zahlreich neben einander die Magenschleimhaut durchsetzen (Fig. 455. *b*). Von ihrer Menge kann die Thatsache eine Vorstellung gewähren, dass beim Kaninchen in der Pylorusregion auf 1 □mm 1894 kommen[6]). Ihre Länge fällt mit der Dicke der Mukosa zusammen, ergibt im Mittel ungefähr 1,13, kann aber auch zur Hälfte herabsinken und auf das Doppelte sich erhöhen. Die Breite ergibt 0,0564—0,0451mm. Bei Kindern ist der Schlauch beträchtlich kürzer und enger.

Die Ausmündung der Schläuche, entweder eine gruppenartige oder eine gleichmässigere, zeigt uns die rundlichen Oeffnungen, welche durch das herabsteigende und radienartig gestellte Zylinderepithelium um ein Beträchtliches verengt werden (Fig. 456).


Fig. 456. Oberfläche der Magenschleimhaut mit isolirten Oeffnungen der Labdrüsen und dem sie strahlig bekleidenden Zylinderepithelium.

Das lose und weiche Bindegewebe der Mukosa verdichtet sich zu einer auf mechanischem und chemischem Wege leicht isolirbaren *Membrana propria* des Drüsenschlauches. In ihr eingebettet hat man platte Sternzellen getroffen (*Henle*). Unsere Haut (Fig. 457) ist beim

Menschen nur schwach wellenförmig gebogen, bei manchen Säugethieren dagegen, wie dem Hunde, stark ausgesackt[7]). Das blinde Ende erscheint meistens mehr oder weniger kolbenartig erweitert, und hier erreicht nicht selten der Drüsenschlauch seine grösste Breite, während er nach der Mündung enger werden kann. Gespaltene Magenschläuche sind ebenfalls keine seltenen Vorkommnisse; leicht aber kann durch übereinander geschobene Endtheile das Bild eines getheilten Schlauches entstehen, bis die Anwendung der Alkalien das wahre Verhalten (Fig. 458) darthut.

Nur an sehr beschränkten Stellen des menschlichen Magens finden sich Abweichungen von dem eben geschilderten Vorkommen der Labdrüsen. So trifft man in einem unbedeutenden Quergürtel um die Kardia zusammengesetzte Schläuche, von welchen uns Fig. 460. 1, die gleiche Drüse des Hundemagens, eine Vorstellung gewähren



Fig. 457. Drei Magendrüsen des Menschen mit den Labzellen theilweise erfüllt.



Fig. 458. Labdrüsen des menschlichen Magens nach Behandlung mit Alkalien.



Fig. 459. Verschiedene Erscheinungsformen der Labzellen des Menschen.

kann. Aus einem mehr oder weniger langen gemeinsamen Ausführungsgang (a) entspringen zu 4, 5, 6 oder 7 die einzelnen Drüsenschläuche.

Bei Säugethieren scheinen solche komplizirte Labdrüsen häufig in weit grösserer Verbreitung vorzukommen[8]).

Hinsichtlich des Inhaltes der Labdrüsen lauteten die früheren Angaben etwa folgendermassen: Das Zylinderepithelium steigt in die grubenförmige Vertiefung bald weniger, bald mehr herab. Dann beginnen intermediäre zellige Elemente, und bald erscheinen die spezifischen Drüsenzellen, die L a b z e l l e n (Fig. 457). Dieselben isolirt (Fig. 459) ergeben sich als ansehnliche kubische Gebilde, welche den Hohlraum des Drüsenschlauches nahezu ausfüllen.

Man traf sie beim Menschen fast ausnahmslos mehr oder weniger zersetzt an (b). An geeigneten Objekten (a, c—g) erscheinen sie rundlich oder unbestimmt eckig, 0,0323—0,0226 und 0,0187^{mm} messend, mit zarter Grenzschicht (e, f, g) oder ganz hüllenlos (a, c), mit einem in Essigsäure sich aufhellenden Protoplasma und einem Kerne mit Nukleolus (ersterem von 0,0074^{mm} Ausmaass).

Wir mussten uns in den letzteren Jahren überzeugen, dass dieses ältere Wissen ein durchaus unvollkommenes war. Die neueren Untersuchungen *Heidenhain*'s und *Rollett*'s haben einen grossen Fortschritt, allein bei der ungeahnten

Schwierigkeit des Gegenstandes durchaus noch nicht ein überall sicheres Resultat ergeben.



Fig. 460. Eine zusammengesetzte Labdrüse des Hundes. *a* Die weite Ausmündung (*Stomach cell*) mit dem Zylinderepithelium; *b* die Spaltung; *c* die mit Labzellen bekleideten Einzelschläuche; *d* der austretende Inhalt; 2 die Mündung *a* im Querschnitt; 3 Querschnitt durch die einzelnen Drüsen.

Fig. 461. Eine Magendrüse der Katze in seitlicher Ansicht. *a* »*Stomach-cell*«; *b* inneres; *c* äusseres Schaltstück; *d* der Drüsenschlauch mit beiderlei Zellen.

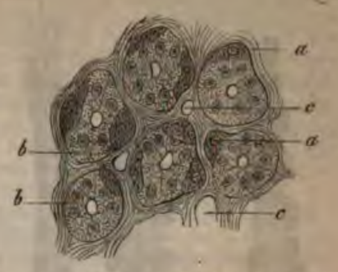


Fig. 462. Querschnitt durch die Labdrüsen der Katze. *a* Labzellen; *b* innere zellige Elemente; *c* Querschnitte von Haargefässen.

Nach demjenigen, was wir selbst beobachteten, halten wir das Nachfolgende vorläufig fest: Die Labdrüse besteht aus mehreren Theilen. Wir wollen im Anschluss an die *Rollett*'schen Angaben vier derselben unterscheiden.

1) Treffen wir die bald flachere, bald tiefere, bald engere, bald breitere Eingangspartie, die »*Stomach-cell*« der Engländer — oder, wie man das Ding auch nicht übel im Deutschen benannt hat, das »Magengrübchen«. Diese Einsenkung ist ausgekleidet von den gewöhnlichen schlanken Zylinderepithelien der Magenoberfläche. Der Kern liegt tief nach abwärts in derartigen Zellen und ist längsoval (Fig. 461. *a*).

2) Erhalten wir das untere Endstück dieser Magengrube oder (wenn man einen *Rollett*'schen Ausdruck vorziehen sollte) das »innere Schaltstück der Labdrüse«. Hier (*b*) sind die Zellen, ohne den epithelialen Charakter zu verläugnen, breiter, niedriger, körniger. Der Kern nimmt als rundliches Gebilde die halbe Höhe der Zelle ein. Das Lumen dieses Theiles erscheint meistens auffallend verengt.

3) Reiht sich nun das »äussere Schaltstück« *Rollett*'s an (*c*). Es besteht aus einer zusammenhängenden Schicht der Labzellen. Sie berühren nach aussen die *Membrana propria*, und begrenzen nach einwärts den Axenkanal. Weitere Zellen haben wir hier nicht mit Sicherheit zu bemerken vermocht, was wir mit *Rollett* gegen *Heidenhain* aufrecht halten müssen.

4) Endlich erhalten wir den eigentlichen Drüsenschlauch (*d*). Hier ändert sich das Bild. Eine besondere Zellenform in zusammenhängender Lage grenzt das Lumen ein und berührt vielfach die *Membrana propria*. Jener äusserlich vereinzelt aufgebettet, allerdings bald in geringerer, bald in grösserer Anzahl erscheinen unsere alten Bekannten, die Labzellen. *Heidenhain* hat nun die inneren Elemente »Hauptzellen«, *Rollett* »adelomorphe Zellen« genannt. Die Labzellen heissen bei ersterem Forscher Beleg-, bei letzterem delomorphe Zellen.

Man kann sich von diesen zweifachen zelligen Elementen des eigentlichen Labdrüsenschlauches beim Hunde und der Katze leicht überzeugen. Ein Querschnitt dient zur weiteren Orientirung (Fig. 462).

Auch andere Säugethiere bieten wesentlich verwandte Verhältnisse dar (*Heidenhain*, *Rollett*).

Höchst interessant sind eine Reihe von Angaben *Heidenhain*'s über das Verhalten der Labdrüsen im Zustande der Ruhe und Thätigkeit.

Beim hungernden Hunde (Fig. 463. 1) erscheinen die Drüsenschläuche geschrumpft, mehr glattrandig, und ihre »Hauptzellen« durchsichtig. Einige Stunden nach der Nahrungsaufnahme tritt uns aber ein ganz anderes Bild entgegen (2. 3). Die Labdrüsen zeigen sich geschwellt, ihre Wandungen ausgebuchtet, die »Hauptzellen« vergrössert und durch einen feinkörnigen Inhalt getrübt. In späterer Periode endlich ist es wiederum zu einer Abschwellung gekommen (4). Die Hauptzellen sind beträchtlich verkleinert, aber auch sehr reich an körniger Masse.

Welche Zellen bilden nun den Magensaft, die Lab- oder Hauptzellen — oder liefert die eine Zellenform das Pepsin, die andere die Säure? (s. unten).

Wir sind unvermögend, gegenwärtig auf diese Fragen eine Antwort zu geben. Den Labzellen möchten wir die grössere Bedeutung zuschreiben und sie in Uebereinstimmung mit *Rollett* für wahrscheinlich kontraktile Gebilde erklären [9]).

Fig. 463. Labdrüsen des Hundes nach *Heidenhain*, die Labzellen durch Anilinblau verdunkelt. 1 Die Drüse des hungernden Thiers; 2 Stück der geschwellten in der ersten Verdauungsperiode; 3 Quer- und Schiefschnitte derselben; 4 Drüsenschlauch am Ende der Verdauung.

Anmerkung: 1) *Schulze* im Archiv für mikrosk. Anatomie Bd 3, S. 177, hatte alle Magenzylinder für offen erklärt. Es ist dieses nur für einen Theil richtig. Bei Tritonen treten, wie der Verf. fand, zwischen den gewöhnlichen Zylindern nicht selten zahlreiche Flimmerzellen auf. — 2) In menschlichen Leichen kommt nicht selten ein leicht höckeriger, kleine 0,56—0,11 mm. messende) polyedrische Erhabenheiten zeigender, sogenannter mammelonirter Zustand der Magenschleimhaut auch unter ganz normalen Verhältnissen vor. — 3) *Middeldorpf* (*De glandulis Brunnianis. Vratislaviae* 1846. *Diss.*) sah die Muskularis der Verdauungsorgane wohl zuerst. Dann entdekte sie aufs Neue, ohne jene Angabe zu kennen, *Brücke*, welcher sie nun genauer verfolgte. S. Sitzungsberichte der Wiener Akademie Bd. 6, S. 214 und in der Zeitschrift der Wiener Aerzte 1851, S. 286. Man vergl. ferner *Koelliker* in der Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 3, S. 106, sowie Mikrosk. Anatomie Bd. 2, Abth. 2, S. 148 und endlich *Schwarz* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 55, Abth. 1, S. 678). — 4) Man vergl. eine darauf bezügliche Beobachtung *Henle*'s in seiner und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 8, S. 231 (Anmerk.) und dessen Eingeweidelehre S. 159 Fig. 114 und 115. — 5) Vergl. *Sproth Boyd* im *Edinb. med. and surg. Journ. Vol.* 46, *p.* 282 (1836); *Bischoff* in *Müller*'s Archiv 1838, S. 503; den Artikel: »Verdauung« von *Frerichs* S. 747; *Todd* und *Bowman* a. a. O. *Vol.* 2, *p.* 190; *Koelliker*, Mikrosk. Anat. S. 138; *Ecker* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. N. F. Bd. 2, S. 243 und Icon. phys. Tab. 1; *Bruch* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. Bd. 8, S. 272 und *Henle* ebendas. N. F. Bd. 2, S. 309, sowie dessen Eingeweidelehre S. 155; *Klein* im *Stricker*'schen Werk S. 388. — Sehr wichtig sind die neueren Arbeiten von *Heidenhain* (Arch. für mikr. Anat. Bd. 6, S. 368 (und Bd. 7, S. 239), sowie von *Rollett* in seinen Untersuchungen S. 143. Man s. ferner *J. Jukes*, Bei-

träge zum histologischen Bau der Labdrüsen. Göttingen 1871. Diss. — 6) *Sappey* berechnet die Oberfläche des menschlichen Magens zu 49,000□mm. und nimmt für 1□mm. 100 Schlauchdrüsen an. Es ergiebt sich hiernach eine Gesammtzahl der letzteren von 4,9000,000. — 7) *Schulze* (a. a. O. S. 178) hebt hervor, wie im Delphinmagen zwischen den einzelnen sehr grossen Zellen der Labdrüsen bindegewebige, zuweilen Kapillaren führende Septa vorkommen, und ein Hervorgetriebenwerden jener Labzellen kaum möglich ist. Auch der Magen des Fuchses, Schweines und anderer Säugethiere zeigt ähnliche Verhältnisse. Der genannte Verfasser vergisst hierbei, dass eine kontraktile Drüsenzelle (und das werden die Labzellen wohl sein) eine enge Ausgangspforte überwinden kann. Wenn er ferner bemerkt, er habe niemals, weder im Lumen der Labdrüsen noch an der Schleimhautoberfläche, frei gewordene Drüsenzellen bemerkt, so irrt er sicherlich. Jeder Kaninchenmagen lehrt letzteres. — 8) Man vergl. das Werk von *Todd* und *Bowman Vol.* 2, *p.* 193; *Koelliker* a. a. O. S. 140 und Gewebelehre, 5. Aufl. S. 400, sowie *Henle*'s Eingeweidelehre S. 152. — 9) Dieser Ansicht ist auch *E. Friedinger* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 64, Abth. 2, S. 325). Anderer Ansicht sind freilich *Ebstein* und *Grützner* (*Pflüger*'s Archiv Bd. 6, S. 1). Nach ihren liefern die Hauptzellen der Lab- und die zelligen Elemente der Magenschleimdrüsen das Pepsin, die *Heidenhain*'schen Belegzellen vielleicht die Säure (?).

§ 252.

Eine zweite Form der Magendrüse, welche schon vor langen Jahren von *Wasmann*[1]) beim Schwein entdeckt wurde, ist die eines nicht von jenen zweifachen Zellen, sondern nur von zylindrischen Elementen bekleideten und bis zum blinden Ende hohlen, in Essigsäure sich trübenden Schlauches (Fig. 464), die Magenschleimdrüse (*Koelliker*). Man hat später ein weiteres Vorkommen derartiger Schlauchdrüsen im Säugethiermagen dargethan, und sie bald einfach (Fig. 464, 1), bald zusammengesetzt (2) angetroffen. Sie nehmen beim Hund, der Katze, dem Kaninchen und Meerschweinchen die Pylorusgegend in grosser Ausdehnung ein. Eine schmale Zone am Pylorus führt sie bei dem Menschen ebenfalls, aber als zusammengesetzte Drüsen (*Koelliker*).

Dass ihr Inhalt mit der Magensaftbildung etwas zu thun habe, ist bisher durchaus nicht zu beweisen gewesen, obgleich man es vereinzelt angenommen hat[2]).



Fig. 464. Magenschleimdrüsen. 1. Ein mit zylinderartigen Zellen bekleideter einfacher Drüsenschlauch aus der Kardia des Schweinsmagens; *a* die Zellen, *b* der Gang in der Axe. 1* Die Zellen isolirt. 2 Eine zusammengesetzte Drüse vom Pylorus des Hundes.



Fig. 465. Aus einer Magenschleimdrüse des Hundes. *a* Unteres Stück des Ausführungsganges; *b* der Anfang des eigentlichen Drüsenkanals.

Für den Hund hat in neuester Zeit *Ebstein*[3]) eine genaue Untersuchung der Magenschleimdrüsen geliefert. Unverändert setzt sich bis zu bedeutender Tiefe das gewöhnliche Zylinderepithel der Magenoberfläche in den bald einfachen, bald verzweigten Schlauch fort (Fig. 465. *a*). Das untere blindsackige, eigentliche Drüsenstück zeigt dagegen niedrigere und an feinen Körnchen reichere, also trü-

bere Zellenelemente (*b. b.*). Diese erinnern sehr an die »Hauptzellen« (oder adelomorphen Zellen) der Labdrüsen. In der That bieten sie auch beim hungernden und verdauenden Thiere die gleichen Verschiedenheiten dar, welche *Heidenhain* (s. den vorigen §) für die genannten Zellen der letztgenanten Drüsen aufgefunden hat.

Ueber die Mischung beiderlei Magendrüsenzellen hat *Frerichs* vor längeren Jahren einige Untersuchungen angestellt. Die Substanz ist eine **eiweissartige** und der feinkörnige, durch Wasser ausziehbare Inhalt das sogenannte **Pepsin** (s. u.). Daneben findet sich eine gewisse Menge Fett (worunter auch **Cholestearin**). Die Asche (3—3,5 %) besteht aus Erdphosphaten, Spuren von phosphorsauren Alkalien und schwefelsaurem Kalk.



Fig. 466. Das Gefässnetz der Magenschleimhaut des Menschen, halbschematisch. Der (feinere) Arterienstamm zerfällt in das gestreckte Kapillarnetz, welches in das rundliche der Drüsenmündungen übergeht, aus dem die Vene (das weitere dunklere Gefäss) entspringt.

Gewöhnliche traubige Drüsen, diese so häufigen Erscheinungen vieler Schleimhäute, wurden dem menschlichen Magen meistens ganz abgesprochen. Doch kommen sie konstant am Pylorus vor[4]. Es sind kleine, der Mukosa selbst eingebettete Organe, welche beim Menschen in 5—7 Längszügen stehen (*Cobelli*).

Lymphoide Follikel der Magenschleimhaut sind schon seit langer Zeit unter dem Namen der linsenförmigen Drüsen beschrieben worden. Sie kommen keineswegs immer, vielmehr beim Menschen nur ausnahmsweise, vor, und wechseln auch da, wo sie vorhanden sind, in ihrer Menge ausserordentlich[5].

Das Gefässsystem der Magenschleimhaut (Fig. 466)[6], von welchem die Absonderung des Magensaftes und die Resorption des flüssigen Inhaltes bedingt sind, ist ein sehr charakteristisches (§ 197). Die Arterien zerspalten sich schon im submukösen Bindegewebe, so dass sie mit feinen Aestchen schief aufsteigend (Fig. 466 und Fig. 467. *c*) zur Unterfläche der eigentlichen Schleimhaut gelangen. Hier (Fig. 467. *d*) lösen sie sich unter unbeträchtlicher Verfeinerung zu einem zierlichen Haargefässnetz auf, dessen Röhren von 0,0070—0,0038 mm mit gestreckten Maschen (Fig. 466 und Fig. 468), die Labdrüsen umspinnen, und so zur Oberfläche der Mukosa vordringen, wo von ihnen mit rundlichem Netze die Ausmündungen der Labdrüsen umgeben, ebenso Schlingen in etwa vorhandene Papillen abgesendet werden (Fig. 466 oben). Aus der letzteren Partie des Haargefässsystems allein findet der Uebergang des Blutes in die venösen Anfangsäste statt. Dieselben stehen vereinzelter, so dass sie dem Abfluss des kapillaren Blutes einen gewissen Widerstand entgegensetzen werden. Diese venösen Anfangszweige gestalten sich unter rascher und starker Zunahme des Quermessers zu Gefässstämmen, die in senkrechter Richtung absteigend die Schleimhaut durchsetzen, um in ein unterhalb letzterer gelegenes weitmaschiges horizontales Venennetz sich einzusenken (Fig. 466 und Fig. 467. *b. a*). Mit geringeren, die Oberfläche der Schleimhaut betreffenden Modifikationen bleibt die Anordnung bei den verschiedenen Säugethieren die gleiche.

Was die Lymphbahnen des Magens betrifft, so kannte man bis vor kurzem nur die tiefer gelegenen. Nach den Angaben *Teichmann*'s[7], mit welchen eigene Erfahrungen übereinstimmen; findet sich unterhalb der Labdrüse ein Netz 0,0305—0,0501 mm weiter Lymphkanäle, welches mit einem tieferen Netzwerk stärkerer

Kanäle von 0,1805—0,2030^{mm} Quermesser zusammenhängt. Aus letzterem entwickeln sich dann erst die eigentlichen, mit Klappen versehenen Lymphgefässe, welche nur allmählich die Muskelhaut durchsetzen und den beiden Kurvaturen des Magens entlang verlaufen.

So sahen wir Jahre lang die Sache an, und bemühten uns irrig die oberflächlichen Venen der Magenschleimhaut als Resorptionsapparat zu deuten.



Fig. 467. Aus dem Hundemagen. *a* Die Vene mit ihren Aesten *b*; *c* der arterielle Zweig in das Kapillarnetz für die Labdrüsen (*a*) ausgehend.



Fig. 468. Die Labdrüsen des Hundes in ihrer unteren Hälfte, umsponnen vom gestreckten Haargefässnetz.

Erst in neuester Zeit glückte es der Geschicklichkeit eines trefflichen schwedischen Forschers, gelang es *Lovén*[8]), diese Lücke auszufüllen, und den mächtig entwickelten, bis gegen die Oberfläche der Magenschleimhaut aufsteigenden Lymphapparat zu injiziren. Unsere Fig. 469 versinnlicht diese Anordnung; eine weitere Beschreibung ist überflüssig.

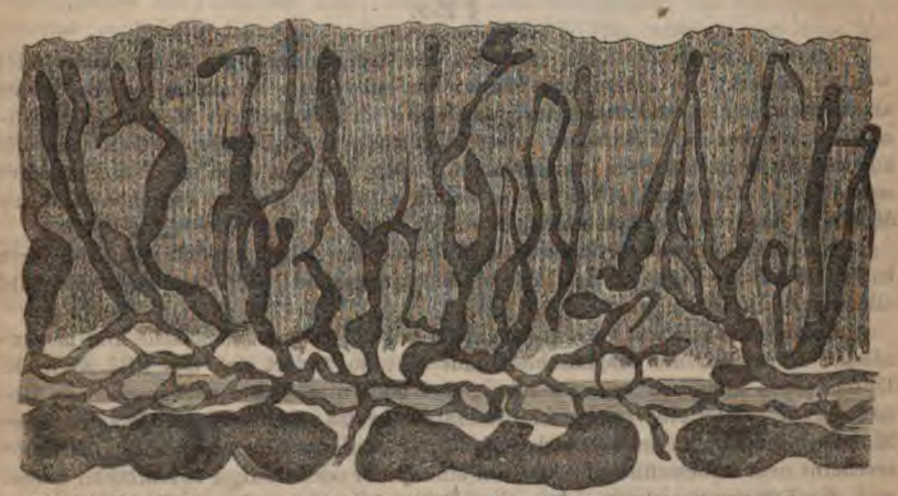


Fig. 469. Lymphgefässe der senkrecht durchschnittenen Magenschleimhaut des erwachsenen Menschen (Originalzeichnung von *Lovén*).

Die aus dem Vagus und Sympathikus herstammenden Magennerven bilden im submukösen Gewebe das mit zahlreichen kleinen Ganglien versehene Geflecht, wie es dieser Lage der Verdauungsschleimhaut zukommt (*Remak*, *Meissner*). Die Faserendigung in der Mukosa ist noch in das tiefste Dunkel gehüllt[9]).

Die Entstehung des Magens bildet ein Objekt der Entwicklungsgeschichte.

Die Schlauchdrüsen der Schleimhaut beginnen in Gestalt zapfenartiger Herabwucherung des Darmdrüsenblattes, um allmählich von der Mündung aus hohl zu werden. Auffallenderweise zeigen jene längere Zeit hindurch keine Verbindung mit der lose darunter gelegenen Darmfaserschicht. Erst vom 5ten Monat an wachsen zottenartige Fortsätze der letzteren zwischen die Drüsenschläuche ein, um die Muskosa herzustellen [*Koelliker*[10])].

Anmerkung: 1) Man. s. *Wasmann*, *De digestione nonnulla*. *Berolini* 1839. *Dann Koelliker* a. a. O. S. 143; *Ecker*'s *Icon. physiol.* und *Donders* a. a. O. S. 200. — 2) Es scheinen Uebergangsformen und individuelle Verschiedenheiten vorzukommen, wozu man die Bemerkungen von *Gerlach* (S. 303), *Henle* (S. 158) und *Klein* (S. 390) vergleichen möge. — 3) Arch. für mikr. Anat. Bd. 6, S. 515. Hierzu beachte man noch *Schwalbe* in der gleichen Zeitschrift Bd. 8, S. 124. — 4) Schon vor langen Jahren vertrat ihre Existenz *Bruch* (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift, Bd. 8, S. 275); ebenso später ich (Erste Ausgabe dieses Werks (S. 469), während *Koelliker* (Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 149) von jenen Drüschen nichts wissen wollte. Genauere Untersuchungen von *Cobelli* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 50, Abth. 1, S. 483) bestätigen die Richtigkeit der älteren Beobachtung. — 5) Die lymphoiden Follikel des Magens sind schon früher manchfach beschrieben worden. Ueber sie vergl. man *Frerichs* a. a. O. S. 743; *Henle*'s Eingeweidelehre S. 159, sowie *Grohe* und *Mosler* in *Virchow*'s Archiv Bd. 34, S. 216. — 6) *Frey* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift Bd. 9, S. 315; *C. Toldt* im *Stricker*'schen Buche S. 425. — *Klein* läugnet den durchgreifenden Unterschied beider Drüsen gänzlich. Nach *Ebstein* gibt es im Hundemagen nur eine 1—1,5 ctm. breite Zone, wo beiderlei Drüsen mit einander vermengt vorkommen. — 7) S. dessen bekanntes Werk S. 76. — 8) Vergl. *Nord. Med. Ark.* Bd. 2, No. 13. Ich verdanke der Güte der Entdeckers schöne Originalpräparate, welche die schöne Entdeckung vollkommen bestätigen. — 9) Man hat die abgeplatteten Sternzellen in der Wandung der Membrana propria der Labdrüsen (§ 194) als Ganglienzellen betrachten wollen. Vergl. den Aufsatz von *Meissner* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 8, S. 364, *Remak* in *Müller*'s Archiv 1858, S. 189 und *Henle* in s. Eingeweidenlehre S. 46. Nach *K. Trütschel* (Centralblatt 1870, S. 115) sollen beim Frosch Nervenfasern mit Knöpfchen im Epithel der Magenschleimhaut endigen. — 10) S. *Koelliker*'s Entwicklungsgeschichte S. 368.

§ 253.

Im nüchternen Zustande erscheint die Magenschleimhaut blass, mehr oder weniger bedeckt von einem Ueberzuge einer entweder schwach sauren oder selbst alkalischen, zähen und schleimartigen Masse (dem Sekret der Magenschleimdrüsen), in welcher das Mikroskop neben abgestossenen Zylinderepithelien auch die aus den Drüsenschläuchen ausgetretenen Zellen, vielfach auch mehr oder weniger zerstörte Gebilde der Art, hüllenlose Zellen und freie Kerne, umgeben von den Molekeln des früheren Zelleninhaltes etc. darthut.

Nach *Bernard* und *Brücke* ist die Mukosa beim lebenden Thiere nur an ihrer freien Oberfläche sauer, in der Tiefe alkalisch reagirend; nach dem Tode wird bald alles durch Diffusion sauer.

Erfolgt die Einfuhr von Speisen, oder wirken andere (chemische und mechanische) Reize auf die Magenschleimhaut ein, so ändert sich das Bild sogleich. Durch einen kaum zu bezweifelnden, aber noch nicht näher nachgewiesenen Reflexvorgang erfolgt ein vermehrter Bluteintritt in das so entwickelte Gefässnetz der Mukosa; die Venen dehnen sich aus, führen helleres Blut, die ganze Oberfläche erscheint dem unbewaffneten Auge von einer mehr oder weniger rosenrothen Farbe, und die Temperatur steigt. Aus den Drüsenöffnungen aber quillt unter einem Ausschwemmen von Labzellen der Magensaft, *Succus gastricus*[1]) hervor.

Dieser ist eine durchsichtige, bald farblose, bald gelbliche Flüssigkeit von stark saurer Reaktion, welche Theile des schleimigen Ueberzuges aufnimmt, und aus dem körnigen Labzelleninhalte nachträglich noch fermentirende Substanzen auszieht, eine Extraktion, die im Uebrigen schon vorher aus den Labzellen im Innern des Drüsenschlauches stattgefunden hatte. Ebenso mischt sich natürlich der Magensaft mit dem verschluckten Speichel. So kann es kein Wunder nehmen,

wenn man dem Magensafte ein spezifisches Gewicht von 1,001, 1,005 und 1,010 zugeschrieben hat.

Die Menge der festen Bestandtheile in unserm Sekrete ist im Allgemeinen eine geringe, aber wechselnde. So enthält nach den Untersuchungen von *Bidder* und *Schmidt* der des Schafes 1,385, des Hundes 2,690%, während er nach letzterem Forscher beim menschlichen Weibe nur 0,559% besitzt. Die Natur des Sekretes muss im Uebrigen bei einem und demselben Geschöpfe beträchtliche Verschiedenheiten herbeiführen.

Die wichtigsten dieser Bestandtheile sind zwei, eine freie Säure und eine eigenthümliche Fermentsubstanz, welche bei Gegenwart ersterer (aber auch nur alsdann) eine energische Wirkung besitzt.

Die freie Säure hat manchfache Kontroversen verursacht. Man hielt sie, sehen wir ab von unbegründeteren Annahmen, entweder für Salzsäure oder Milchsäure. Zu Gunsten der ersteren hat erst *C. Schmidt* die Sache entschieden. Dagegen können Milchsäure, Essigsäure und Buttersäure unter der Bedeutung von Zersetzungsprodukten vorkommen, und erstere bildet in der That einen sehr häufigen Bestandtheil des Magensaftes. *Schmidt* fand für eine Frau 0,02% Salzsäure und mit *Bidder* für den Hund 0,305%.

Der Fermentkörper des Magensaftes ist das sogenannte Pepsin, schon vor langen Jahren durch *Schwann* und *Wasmann*[2]) und dann durch zahlreiche Nachfolger untersucht, kaum aber noch in völliger Reinheit dargestellt. Seine Menge beträgt etwa im Mittel 1% (nach *Bidder* und *Schmidt* beim Hunde 1,75, für das Schaf 0,42, für den Menschen nur 0,319%). Wie über alle Fermentkörper des Organismus besitzt auch über das Pepsin die Gegenwart nur sehr geringe Kenntnisse. Wir wissen, dass es als lösliche Modifikation vorkommt, durch Alkohol gefällt wird, ohne bei nachheriger Auflösung in Wasser seine verdauende Kraft eingebüsst zu haben, während die Erhitzung auf 60° C. es derselben für immer beraubt. Es ist dieses Pepsin, wie *Frerichs* gezeigt hat, die feinkörnige Inhaltsmasse der Labzellen und, wie man sich überzeugte, bei hinreichendem Zusatze verdünnter Säure[3]) in fast unbegrenzter Weise wirksam, so dass die Natur einen unerschöpflichen Vorrath desselben in einer Magenschleimhaut angehäuft hat.

Die Mineralverbindungen des *Succus gastricus* sind Chloralkalien, phosphorsaure Erden und phosphorsaures Eisenoxyd (*Bidder* und *Schmidt*). Unter ersteren ist bei weitem das Kochsalz überwiegend, aber neben Chlorkalium und Chlorcalcium auch Chlorammonium vorhanden. Als Beispiel der Salzmengen dienen die Bestimmungen der beiden zuletzt genannten Forscher. Der Prozentgehalt im Magensafte des Hundes betrug: Kochsalz 0,251, Chlorkalium 0,113, Chlorcalcium 0,062, Chlorammonium 0,047, phosphorsaure Kalkerde 0,173, phosphorsaure Magnesia 0,023 und phosphorsaures Eisenoxyd 0,008.

Wie die Drüsenzellen aus einem eiweissartigen Körper das Pepsin bereiten, so liefern sie ebenfalls die freie Chlorwasserstoffsäure, vermuthlich durch eine Spaltung der Chloride. Indessen geht letzterer Prozess vielleicht nur in dem unteren (d. h. der Mündung nahen) Theile des Drüsenschlauches vor sich (*Brücke*). Die wässerige Flüssigkeit mit ihren Salzen stammt aus dem gestreckten Haargefässnetze der Labdrüsen.

Die Menge des Magensaftes ist natürlich bei der Periodizität der Absonderung für eine bestimmte Zeit sehr wechselnd und daher kaum zu schätzen. *Bidder* und *Schmidt* nehmen sie als eine recht beträchtliche an. Ein Kilogramm Hund soll (mit sehr bedeutenden Differenzen nach beiden Seiten hin) im Laufe eines Tages etwa 100 Grm. bereiten. Für den Körper einer Frau erhielt *Schmidt* stündlich die enorme Zahl von 580 Grms.

Die Wirkung des Sekrets besteht in der Auflösung eingenommener Eiweissstoffe und ihrer Umwandlung zu den sogenannten »Peptonen«, d. h. Modifika-

tionen, welche weder durch Siedhitze noch Mineralsäuren gerinnen, mit Metallsalzen keine unlöslichen Verbindungen eingehen [*Lehmann*[4]], dagegen leicht durch thierische Membranen diffundiren, eine hochwichtige Eigenschaft, welche dem unverdauten Eiweiss abgeht. Wir dürfen jene daher im Gegensatze zu letzteren als die resorptionsfähigen Albuminate bezeichnen. Ueber jene Peptone ist bei der Schwierigkeit des Gegenstandes trotz der Bemühungen ausgezeichneter Forscher [*Meissner*, *Brücke*[5]] bis zur Stunde noch keine Einigung erzielt worden.

Anmerkung: 1) Man vergl. unter den neueren Arbeiten: *Frerichs*, Artikel »Verdauung« S. 779; *Bidder* und *Schmidt*, Verdauungssäfte etc. S. 29; *Lehmann*, physiol. Chemie Bd. 2, S. 35, sowie dessen Zoochemie S. 24; *Bernard*, *Leçons de physiologie expérimentale. Paris* 1856; ferner *Huebbenet*, *Disquisit. de succo gastrico. Dorpati* 1850, *Diss.*; *Grünewald* im Archiv f. phys. Heilkunde Bd. 13, S. 459; *Schmidt* in den Annalen Bd. 92, S. 42; *Brücke* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 37, S. 131, Bd. 43, S. 601. Man vergl. ferner *Meissner* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift, 3. R. Bd. 7, S. 1, Bd. 8, S. 280, Bd. 10, S. 1, Bd. 12, S. 46, Bd. 14, S. 303; *Thiry* Bd. 14, S. 78. Man vergl. dann die Behandlung in *Kühne*'s phys. Chemie S. 24, ebenso das *Gorup*'sche Werk S. 448. — 2) a. a. O.; man s. *Schwann* in *Müller*'s Archiv 1836, S. 90. — 3) *Schmidt* versuchte das wirksame Prinzip des Magensaftes als eine gepaarte Säure, »Chlorpepsinwasserstoffsäure«, zu betrachten (Annalen Bd. 61, S. 311). Indessen auch andere Säuren wirken in Verbindung mit Pepsin ebenso, wenngleich schwächer, so Milchsäure, Oxalsäure, Phosphorsäure, am allerschwächsten Essigsäure. S. *Davidson* und *Dieterich* bei *Heidenhain* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1860, S. 688. Von *Wittich* (*Pflüger*'s Arch. Bd. 2, S. 169) fand, dass die Extraktion der Magenschleimhaut mit Glycerin eine sehr kräftige Verdauungsflüssigkeit liefert. Auch andere Fermente (Bd. 3. S. 339) lassen sich so trefflich ausziehen. — 4) Phys. Chemie Bd. 1, S. 318. Nach *Brücke* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 59, Abth. 2. S. 612) werden indessen nicht alle Eiweissstoffe im Magen in Peptone verwandelt. — 5) Die Literatur ist schon in Anmerkung 1 angeführt worden.

§ 254.

Der Dünndarm, mit der Serosa und der bekannten doppelten Muskelschicht versehen, zeigt eine komplizirtere Struktur der Schleimhaut als der Magen. Dieselbe bildet bekanntlich eine Menge halbmondförmiger Duplikaturen, die sogenannten *Valvulae conniventes Kerkringii*, und trägt überdies eine Unzahl kleinerer konischer Vorsprünge, die Darmzotten, *Villi intestinales*, so dass durch sie und jene Falten eine mächtige Vergrösserung der Oberfläche erzielt wird. Dann begegnen wir in dem Gewebe der Mukosa zweierlei Drüsenformen, den traubigen (*Brunner*'schen) Schleimdrüschen und den schlauchförmigen *Lieberkühn*'schen, zu welchen vereinzelte oder gehäufte lymphoide Follikel, die sogenannten solitären und *Peyer*'schen Drüsen hinzukommen.

Aber auch das Schleimhautgewebe (Fig. 470) wird in seiner Textur ein anderes. Dünner und mit der *Muscularis mucosae* versehen, trägt es nicht mehr den gewöhnlichen bindegewebigen Charakter, wie ihn die Magenmukosa als Regel darbietet. Es besteht vielmehr aus retikulärem Bindegewebe, welches in seinen Lücken und Maschen in reichlicher Fülle lymphoide Zellen beherbergt, und nur gegen die Drüsenräume hin, sowie an der freien Oberfläche eine mehr homogene membranöse Beschaffenheit gewinnt, während es an andern Stellen, so gegen die Oberfläche stärkerer Gefässe hin, mehr längsfaserig erscheint. Auch nach den einzelnen Thierarten bietet unser Schleimhautgewebe einen gewissen Wechsel dar.

Schon auf der nach dem Darm gerichteten Fläche der Pförtnerklappe beginnen die Darmzotten, anfangs flach und niedrig, um allmählich höher zu werden, und eine konische oder pyramidale Form zu gewinnen, welche mehr nach abwärts zur schlanken, zungenartigen sich gestaltet. Sie stehen dicht gedrängt neben einander (Fig. 471. *b*), so dass nach *Krause*'s Zählungen auf 1 □^{mm} im Duodenum und Jejunum 50—90, im Ileum 40—70 kommen, und der ganze Dünndarm nach seiner Berechnung gegen 4,000,000 enthält. Ihre Höhe wechselt von 0,23, 0,45 bis 1,13^{mm} und mehr. Ihre Breite fällt nach der differenten Form sehr verschieden

aus, und der Querschnitt zeigt das Gebilde entweder zylindrisch oder blattförmig.

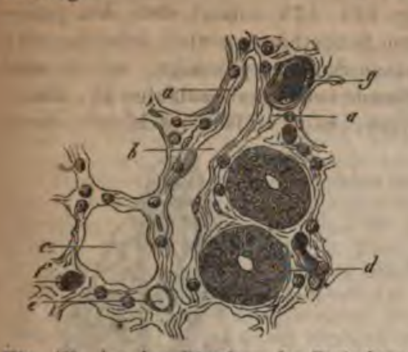


Fig. 470. Aus dem Dünndarm des Kaninchens. *a* Schleimhautgewebe; *b* Lymphkanal; *c* leerer, *d* mit Zellen erfüllter Querschnitt *Lieberkühn*'scher Drüsen.



Fig. 471. Die Dünndarmschleimhaut der Katze im senkrechten Durchschnitt. *a* Die *Lieberkühn*'schen Drüsen; *b* die Darmzotten.

Bekleidet werden unsere Organe von einem eigenthümlichen, schon früher (S. 155) erwähnten Zylinderepithelium, welches an seiner freien Oberfläche einen verdickten, von Porenkanälen durchzogenen Saum darbietet (Fig. 472. *a*).

Zwischen diesen Zylindern (Fig. 473. *b*), nicht selten in ziemlich regelmässiger Vertheilung, entdeckt man dann die uns ebenfalls bekannten (§ 154) Becherzellen (*a*). Sie kommen im Uebrigen nach Thierart und Individualität bald zahlreicher, bald seltener vor, und erscheinen als Artefakte im Uebrigen sehr häufig.

Wie im Magen finden sich auch hier als wahrscheinliche Ersatzzellen der Zylinderepithelien zwischen deren unteren Partieen kleinere indifferente mehr rundliche Gebilde eingebettet [1]).

Unter der Epithelialschicht erscheint als Gerüste des Organes dieselbe retikuläre, Lymphzellen beherbergende Bindesubstanz, mit einem Kern in einzelnen Knotenpunkten und nicht selten einem gestreckteren Maschenwerk. Einige Schwierigkeit bietet die Erkennung der Zottenoberfläche dar. Indessen auch hier erhält sich jener durchbrochene netzartige Charakter, obgleich vielfach die Bälkchen breiter und platter werden, und die von ihnen eingegrenzten Oeffnungen zu kleinen Löchern herabsinken können, so dass das Trugbild einer homogenen membranösen Begrenzung entstehen mag.



Fig. 472. Eine Darmzotte nach *Leydig*. *a* Das mit verdicktem Saume versehene Zylinderepithelium; *b* das Kapillarnetz; *c* Längslagen glatter Muskelfasern; *d* das in der Axe befindliche Chylusgefäss.



Fig. 473. Darmzottenepithel des Menschen (nach *Schulze*). *a* Becher-, *b* gewöhnliche Zylinderzellen.

Dieses Zottengewebe (Fig. 472) wird von einem Blutgefässnetze (*b*), einem die Axe einnehmenden Lymphkanal (*d*) [2]), ebenso noch von zarten Längsbündeln glatter Muskulatur (*c*) durchzogen. Die Entdeckung derselben verdankt man *Brücke* [3]), nachdem man schon vorher an den Darmzotten des lebenden oder eben getödteten Thieres eine deutliche, unter zahlreichen Querrunzeln der Oberfläche auftretende Kontraktilität erkannt hatte (*Lacauchie*, *Gruby*

und *Delafond*[4])]. Jene Muskelbündelchen lassen sich im Uebrigen nach abwärts durch die Schleimhaut bis zu deren *Muscularis* verfolgen.

Das Kapillarnetz der Darmzotten (Fig. 474, 475) nimmt stets den peripherischen Theil ein, und zeigt uns bei kleineren Säugethieren einfach oder doppelt ein arterielles Aestchen (*a*), welches an der einen Seite emporsteigt, um in der Spitze umzubiegen, und am entgegengesetzten Rande venös herabzulaufen (*c*). Zwischen beiden findet sich ein bald entwickelteres, bald einfacheres Maschennetz



Fig. 474. Das Gefässsystem der Darmzotten beim Kaninchen. Die Arterien *a*, *a* (schattirt), theilweise ein Haargefässnetz um die *Lieberkühn*'schen Drüsen *d* bildend; *b* das Kapillarnetz der Zotten; *c* die venösen Gefässe (hell gehalten).



Fig. 475. Das Gefässnetz einer Darmzotte des Hasen mit dem arteriellen Stamm *b*, dem Kapillarnetz *c* und dem venösen Zweig *a*.

feinerer Haargefässe (*b*). In nicht seltenen Fällen bildet das arterielle Aestchen (Fig. 474. *a* rechts) erst ein Kapillarnetz für die an der Basis der Zotten mündenden *Lieberkühn*'schen Drüsen (*d*), und dieses setzt sich in dasjenige der Zotte einfach fort (*b* rechts). Das arterielle Stämmchen kann 0,0226—0,0282^{mm}, das venöse bis zu 0,0451^{mm} Quermesser gewinnen. Die Haargefässe haben eine mittlere Dicke von 0,0074^{mm}, und ihre Maschen pflegen gewöhnlich etwas verlängert zu sein. Die schlingenartige Umbeugung der Arterie zur Vene endlich kann fehlen, indem ein Kapillarnetz auf der Höhe der Zotte zwischen beiderlei Gefässe eingeschoben ist.



Fig. 476. Die sehr schlanke Darmzotte eines in der Verdauung getödteten Ziegenlamms ohne Epithelium mit dem von Chylus erfüllten Lymphgefässe in der Axe.

Der nach oben geschlossene Chyluskanal wurde schon früher (S. 384) erwähnt. Er ist in breiten Zotten doppelt oder mehrfach, in den schmalen, schlanken nur einfach vorhanden. Hier nimmt er die Axe ein, und erscheint bei gewöhnlicher Behandlung (Fig. 472. *d*) in einzelnen Fällen deutlich als ein von homogener, kernloser Membran gebildeter Schlauch (im Mittel von 0,023^{mm} Weite), welcher aber durch die Höllensteinbehandlung in die bekannte Lage abgeplatteter, zackig gerandeter Gefässzellen leicht zerlegt wird. Sehr schön tritt er durch künstliche Injektion,

sowie an Darmzotten von Thieren hervor, welche in der Verdauung fettreicher Nahrung gerade begriffen waren (Fig. 476).

Anmerkung: 1) Schon vor langen Jahren hatte vermuthlich *E. H. Weber* (*Müller's* Archiv 1847, S. 401) derartige Zellen gesehen, sie aber damals irrthümlich in's Zottengewebe selbst verlegt. Später beobachtete sie *Rindfleisch* im Froschdarm (*Virchow's* Archiv Bd. 22, S. 274) und bei Säugern und Vögeln *Eberth* (Würzburger naturw. Zeitschr. Bd. 5, S. 23). Dass im Uebrigen Lymphoidzellen zwischen die Epithelzellen eingewandert hier vielfach vorgekommen sein dürften, ist wohl unzweifelhaft. — 2) Auf das Chylusgefäss in der Axe der Darmzotten kommen wir in einem der nächsten § zurück. — 3) Wiener Sitzungsberichte Bd. 6, S. 214. Genaue Schilderungen über die Muskulatur der Darmzotten und deren Bau überhaupt haben in neuester Zeit *W. Dönitz* (*Reichert's* und *Du Bois-Reymond's* Archiv 1864, S. 399 und 1866, S. 757), *S. Basch* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 51, Abth. 2, S. 420), *J. A. Fles* (*Onderzoekingen over de histologische Zamenstelling der Vlokjes van het Darmkanaal.* Auszug aus dessen *Handleiding to de stelselmatige Ontleedkunde van den Mensch*) und *A. Lipsky* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 55, Abth. 1, S. 183) geliefert. — Quer laufende Muskelbündel, welche früher hier und da angeführt worden sind, kommen den Darmzotten nicht zu. — 4) *Lacauchie, Gruby* und *Delafond* in den *Compt. rend. Tome* 16, *p.* 1125, 1195 und 1999.

§ 255.

Was die drüsigen Elemente des Dünndarms betrifft, so stellen die traubigen Drüsen[1]), welche hier zu einem besonderen Namen, demjenigen der *Brunner*'schen (Fig. 477. *b*), gekommen sind, die unwichtigere Form dar. Sie finden sich beim Menschen auf den Zwölffingerdarm beschränkt, und beginnen dicht hinter dem Magen, in gedrängtem Vorkommen eine unter der Mukosa gelegene Drüsenschicht bildend. Sie erstrecken sich so bis etwa zur Einmündungsstelle des *Ductus choledochus*, um weiter nach abwärts vereinzelter aufzutreten. Bei Säugethieren kommen hinsichtlich unserer Drüsen mancherlei Verschiedenheiten vor. Sind sie nur gering entwickelt (was häufig der Fall ist), dann bilden sie eine beschränkte, dicht hinter dem *Pylorus* befindliche Zone[2]).



Fig. 477. Die *Brunner*'schen Drüsen aus dem Duodenum. *a* Darmzotten; *b* die Drüsenkörper; *c* die zwischen den Zotten mündenden Ausführungsgänge.

Die Grösse wechselt von 0,23, 0,56 bis 1,13 und 2^{mm} und mehr. Die Zweige des ausführenden Gangwerkes zeigen im Innern der Läppchen eine verwickelte Windung, abweichend von dem Verhalten anderer traubiger Drüsen [*Schwalbe*[3])]. Die Acini erscheinen bald rundlich, bald verlängert bis zum Schlauchartigen. Sie messen 0,0564, 0,0902 bis $0,1421^{mm}$.

Die ziemlich weiten Ausführungsgänge (Fig. 478) steigen leicht gebogen mehr schief empor, um an der Basis der Zotten zu münden (Fig. 477. *c*).

Dieselbe Zellenformation kleidet in eigenthümlicher Weise Gang und Drüsenbläschen hier aus. Es sind niedrig zylindrische Elemente mit einem nach abwärts gelegenen Kern, welche sich in Karmin wenig färben. Sie sind verschieden von den Inhaltsmassen der bald zu beschreibenden *Lieberkühn*'schen Schläuche.

Dasselbe Netzwerk feinster Drüsenkanälchen, dessen wir schon bei diesen

Organen (§ 195) sowie bei den Speicheldrüsen (§ 245) zu gedenken hatten, kommt nach *Schwalbe* auch den *Brunner*'schen Drüsen zu[4]). Die *Membrana propria* (welche hier durchaus geschlossen und mit eingebetteten Kernen versehen ist) sendet keine Ausläufer in das Innere der Drüsenbläschen.

Mächtige lymphatische Räume scheinen unsere Gebilde zu umhüllen und zwischen ihre Läppchen und Bläschen vorzudringen.

Das Drüsensekret dürfte ein eigenthümliches sein. Nach *Schwalbe* zeigen unsere Organe in ihrem zelligen Inhalt nahe Verwandtschaft mit den § 252 be-



Fig. 478. Eine (*Brunner*'sche) Drüse des Menschen.



Fig. 479. *Lieberkühn*'sche Drüsen der Katze mit zerstörten Inhaltszellen.

sprochenen Magenschleimdrüsen. Nach *Heidenhain*[5]) bietet wenigstens beim Hunde der zellige Inhalt der *Brunner*'schen Drüsen im Hunger- und vollen Verdauungszustande dieselben Differenzen dar, wie wir es von den Magenschleimdrüsen durch *Ebstein* kennen.

Nach *Budge*[6]) und *Krolow* wandelt die Inhaltsmasse unserer Organe beim Schwein Stärkemehl in Dextrin und Traubenzucker um, löst Fibrin bei 35°C, bleibt dagegen ohne Einwirkung sowohl auf geronnenes Albumin wie auf Fette. Beim Hund und Pferde ist das Sekret ziemlich dickflüssig und Schleim enthaltend (*Costa*[7]).

Viel wichtigere Drüsen stellen die *Lieberkühn*'schen Schläuche[8]), gewissermassen eine modifizirte Fortsetzung der sogenannten Schleimdrüsen des Magens, dar.

Die ganze Dünndarmschleimhaut wird, ähnlich der Mukosa des Magens, von einer unendlichen Menge dieser Schläuche in gedrängter Stellung senkrecht durchsetzt (Fig. 479). Ihr Gefässnetz ist das gleiche wie bei den Labdrüsen.

Die Länge dieser einfachen Schlauchdrüsen ist geringer als die der Magenschläuche, 0,3767—0,4512^{mm} betragend, bei einem Quermesser von 0,0564—0,0902^{mm}. Die *Membrana propria* hebt sich öfters nur wenig deutlich von dem umgebenden Bindegewebe ab, ist zart, niemals erheblich ausgebuchtet, und das Ansehen des Schlauches somit ein mehr glattes. In jener sind Kerne eingebettet. Am blinden Ende kann man Erweiterungen begegnen oder einer Abnahme der Dicke.



Fig. 480. Ausmündung der *Lieberkühn*'schen Drüsen der Maus. Bei *a* eine leere Oeffnung; sonst sind dieselben mit dem strahlenförmig gestellten Zylinderepithelium versehen.

Der Inhalt unserer Drüsen, von demjenigen der *Brunner*'schen verschieden[9]), be-

steht aus zarten, zylindrischen Zellen mit einem Kern und verbreiterter an die *Membrana propria* anstossender Basis. Jeder Querschnitt kann uns dieses versinnlichen (Fig. 470. *d*. S. 497), und den freien Axenraum des Schlauches zeigen. Zwischen diesen Zylindern kommen dann nach *Schulze* Becherzellen vor [10].

An geeigneten Präparaten (Fig. 480) sieht man die Mündungen der Drüsen bald dichter, bald etwas entfernter stehend und durch das in den Eingang des Schlauches eindringende Zylinderepithelium bekleidet. Da, wo die Darmzotten gedrängter erscheinen, umgeben unsere Oeffnungen ringförmig die Basen derselben.

Anmerkung: 1) *Middeldorpf*, l. c.; *Frerichs'* Artikel: »Verdauung« S. 752; *Schlemmer* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 60, Abth. 1, S. 169. Die wichtigste Arbeit rührt von *G. Schwalbe* her; s. Arch. für mikr. Anat. Bd. 8, S. 92. Man s. noch *Toldt* in den Mittheilungen des ärztl. Vereins in Wien 1, S. 33. — 2) Drüschen vom Bau des Pankreas kommen nach *Schwalbe* in der Wand des Duodenum zahlreich und weit herab vor, aber allein beim Kaninchen. — 3) Diese Windungen vermochte dagegen *Toldt* nicht aufzufinden. — 4) Auf ein eigenthümliches Strukturverhältniss macht uns noch *Schwalbe* aufmerksam. Die Drüsenzellen der *Brunner*'schen Organe gehen an ihrem äusseren (der Membrana propria zugekehrten) Theile über in einen winklig abgebogenen plattenartigen Vorsprung. Diese Vorsprünge greifen unter jener Haut wie die Ziegel eines Daches übereinander. Die äussersten (jener feinsten Sekretionskanälchen berühren nun niemals unmittelbar die Innenfläche der strukturlosen Begrenzungshaut, sondern werden von letzterer noch durch eben jene schuppenartigen Zellenfortsätze getrennt. — 5) Arch. für mikr. Anat. Bd. 8, S. 279. — 6) Berliner klinische Wochenschrift 1870, No. 1. — 7) *Gaz. med. veterinaria. Anno* 2, *fascicalo del Luglio e Agosto*. — 8) *Frey* in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 13, S. 1. Man s. noch *Schwalbe* a. a. O. S. 135. Den Bau des Darmkanals schildert dann *Verson* im *Stricker*'schen Werke S. 399, die Blutgefässe (S. 426) *Toldt*. — 9) Nach *Costa* besitzt das dünnflüssige Sekret der *Lieberkühn*'schen Drüsen des Dünndarms nur die Fähigkeit der Zuckerbildung, welche den Schläuchen des Dickdarms abgehen soll. Andere Fermentwirkungen liessen sich nicht beobachten. — 10) a. a. O. S. 191. — Vor *Schulze* hat derartige Becherzellen *L. Letzerich* beobachtet, aber nicht richtig gedeutet (*Virchow*'s Archiv Bd. 37, S. 237).

§ 256.

Wir haben endlich noch der lymphoiden Follikel [1]) der Dünndärme zu gedenken. Dieselben kommen (und die grössere Verwandtschaft mit dem Mukosengewebe erklärt es) hier häufiger als im Magen vor. Wie schon bemerkt, trifft man sie einmal vereinzelt über den ganzen Dünndarm zerstreut als *Glandulae solitariae*. Sie erscheinen als rundliche, weisslich getrübte Körperchen von einer sehr ungleichen Grösse, die von 0,2 und 0,4 bis zu 1,1 und 2,2mm schwankt. Manchmal begegnet man ihnen nur äusserst spärlich, oder vermisst sie ganz, während sie in andern Fällen häufig, bisweilen in Unzahl auftreten. Lage und Bau stimmen wesentlich [2]) mit den Verhältnissen der gehäuften überein, zu welchen sie sich ohne scharfe Grenze umgestalten können. Mit Theilen ihrer Peripherie gehen sie in das benachbarte Schleimhautgewebe kontinuirlich über.



Fig. 481. Ein *Peyer*'scher Drüsenhaufen des Kaninchens.

Häufen sich nämlich derartige Follikel in gedrängter Stellung, so entstehen die *Peyer*'schen Drüsenhaufen oder Plaques, *Gl. agminatae* (Fig. 481. 482).

Solche Gruppen kommen wie dem Menschen, so auch mit weitester Verbreitung den Säugethieren zu, zeigen uns aber eine sehr ungleiche Entwicklung. Einzelnen wird man begegnen, welche nur 3, 5, 7 Follikel zusammenliegend darbieten. Häufiger sind solche, welche von 20, 30 und mehr jener Körperchen gebildet werden. Grosse *Peyer*'sche Haufen zeigen endlich 50, 60 und weit mehr der Follikel.

Man findet die *Peyer*'schen Haufen wesentlich in den Dünndärmen, und zwar

an dem freien, der Mesenterialanheftung abgekehrten Rande. Sie pflegen, auch bei dem Menschen, meistens erst im unteren Theile des Jejunum zu erscheinen, um durch das Ileum herab häufiger zu werden.

Fig. 482. Senkrechter Schnitt durch die *Peyer*'schen Drüsen des Kaninchens; *a* Darmzotten; *b* die Drüsenkörper nach oben abgerundet; *c* mit scheinbarer Mündung nach aussen.

Indessen wenn das erwähnte Vorkommen auch die Regel bildet, so kommen Ausnahmen nicht so gar selten vor, namentlich ein Herabrücken einzelner *Peyer*'scher Haufen in den Dickdarm [3]. Der wurmförmige Fortsatz des Menschen [4], und in noch höherem Grade derjenige des Kaninchens, bildet mit gedrängt stehenden Follikeln nur einen einzigen mächtigen *Peyer*'schen Haufen.

Die Zahl der Haufen wechselt in dem menschlichen Dünndarme von 15 bis 25 zu 40, 50 und mehr. Das Ausmaass einer derartigen Gruppe ist natürlich ein ganz unbestimmtes, von 7^{mm} bis zu mehreren und vielen Cm. Länge. Die Form ist eine längliche, in ihrer Axe mit derjenigen des Darmrohrs zusammenfallende.

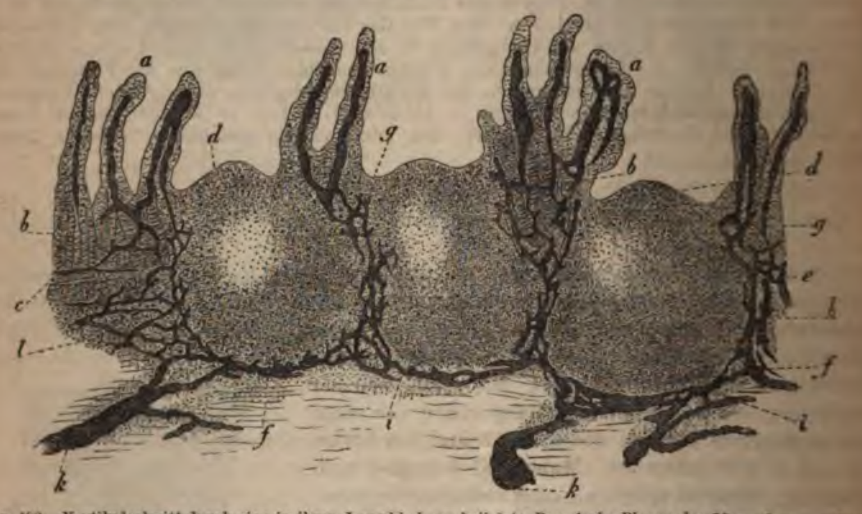


Fig. 483. Vertikalschnitt durch eine in ihren Lymphbahnen injizirte *Peyer*'sche Plaque des Menschen. *a* Darmzotten mit ihren Chylusbahnen; *b Lieberkühn*'sche Drüsen; *c* Muskularis der Schleimhaut; *d* Follikelkuppe; *e* mittlere Follikelzone; *f* Grundtheil der Follikel; *g* Uebergang der Chylusgänge der Darmzotten in die eigentliche Schleimhaut; *h* netzförmige Verbreitung der Lymphbahnen in der Mittelzone; *i* Verlauf am Follikelgrund; *k* Uebergang in die Lymphgefässe der Submukosa; *l* follikuläres Gewebe in der letzteren.

Untersuchen wir nun die *Peyer*'schen Gruppen näher, so erkennt man an einem Längsschnitte, wie die Form der Follikel (wenn auch an einem und demselben Haufen ähnlich) doch nach den einzelnen Thieren, ebenso den verschiedenen Lokalitäten des Darmkanals gewaltigen Differenzen unterworfen ist.

Neben mehr kugligen Follikeln (Fig. 483) begegnet man andern, welche mehr verlängert sind, und etwa die Form einer Erdbeere darbieten. Stellenweise ist unser Gebilde jedoch so sehr vertikal verlängert, dass ihm eine Schuhsohlengestalt zukommt. Mehr rundliche Follikel scheint der Mensch darzubieten; erdbeerartige der Dünndarm des Kaninchens. Die zuletzt erwähnten langen treffen wir beispielsweise im unteren Theile des Ileum beim Ochsen sowie im wurmförmigen Fortsatze des Kaninchens.

Indessen der Follikel mag beschaffen sein, wie er wolle, wir unterscheiden immer an ihm drei Abtheilungen, welche wir mit dem Namen der Kuppe, der Mittelzone und des Grundtheils versehen. Die Kuppe (*d*) springt in das Darmrohr ein, der Grundtheil (*f*) ragt mehr oder weniger tief in das submuköse Bindegewebe herab, und die Mittelzone (*e*) dient durch ein ganz ähnliches an sie rührendes Gewebe zur Verbindung der Follikel einer Plaque untereinander, wie sie denn kontinuirlich in das angrenzende lymphoid infiltrirte Bindegewebe übergeht. In ihrer Höhe pflegt man der *Muscularis mucosae* zu begegnen (*c*), welche zu jenem Durchtritt Raum gibt.

Das Verhalten der Kuppen bedarf noch einer besonderen Erörterung. Dieselben werden von ringartigen Schleimhautwällen eingegrenzt, welche, *Lieberkühn*'sche Drüsen enthaltend (*b*), nach abwärts in die Mittelzone sich fortsetzen, und entweder gewöhnliche oder, was häufiger vorkommt, etwas modifizirte, unregelmässiger gestaltete Darmzotten (*a*) zu tragen pflegen, während solche Zotten aber dem Follikel selbst fehlen. In der Regel ist hierbei der Zugang zu letzterem ein ziemlich freier (vergl. unsere Figur), so dass der einzelne Lymphfollikel für das unbewaffnete Auge als ein Grübchen des Haufens erscheint.

Indess diese Zotten können über den Wällen fehlen, wie es uns die *Peyer*'schen Haufen des Dickdarms zeigen. Hier, im *Processus vermiformis* des Kanin-



Fig. 484. Von der Oberfläche des *Processus vermiformis* des Kaninchens. *a* Verengter Eingang zur Follikelkuppe; *b* Mündungen der Schlauchdrüsen im verbreiterten Schleimhautwall; *c* horizontales Lymphnetz; *d* absteigende Lymphkanäle.



Fig. 485. Senkrechter Durchschnitt durch einen injizirten *Peyer*'schen Follikel des Kaninchens mit dem Kapillarnetz desselben, den grösseren seitlichen Gefässen *b* und denjenigen der Darmzotten *c*.

chens (Fig. 484), sind die Oberflächen jener Wallringe (*b*) stark verbreitert, so dass wir durch eine verhältnissmässig enge Eingangspforte (*a*) zur Follikelkuppe gelangen.

Wenden wir uns nun zum feineren Bau des *Peyer*'schen Elementes, so erhalten wir die Textur des lymphoiden Follikels überhaupt. Eine von Kapillaren durchzogene, zahllose Lymphzellen beherbergende retikuläre Bindesubstanz bildet das Gerüste (s. S. 199. 200 und 431). Bei jungen Geschöpfen enthalten einzelne ihrer Knotenpunkte einen prallen, bei älteren gewöhnlich einen geschrumpften Nukleus. In der Mittelzone geht jenes Netzgewebe in die verbindende, ganz ähnlich gewebte lymphoide Schicht und mittelst dieser in das verwandte Mukosengewebe über.

Die Gerüstemasse hat abermals im Innern des Follikels einen losen weitmaschigeren, nach aussen einen dichteren Charakter.

An zwei Stellen grenzt sie sich recht kleinmaschig ab. Dieses ist einmal an der Oberfläche der Kuppe, wo unmittelbar (ähnlich der Darmzotte) das Zylinderepithel unserm Gewebe aufsitzt[5]); dann an der Peripherie des Grundtheiles. Dieser wird nämlich an manchen *Peyer*'schen Haufen von einem zusammenhängenden schalenartigen Hohlraum umhüllt. Er entspricht dem Umhüllungsraum der Lymphknoten (§ 223), und bei manchen Geschöpfen wird die Aehnlichkeit dadurch noch

erhöht, dass benachbarte jener schalenartigen Räume durch senkrecht aufsteigende bindegewebige Scheidewände getrennt sind, welche sich dann in der Gegend der Mittelzone verlieren.

An andern *Peyer*'schen Haufen umzieht statt eines solchen zusammenhängenden Hohlraumes ein System feinerer lymphatischer Gänge die Oberfläche des Grundtheiles, wir möchten sagen, wie ein Filet einen Kinderspielball. Auch in der Verbindungsschicht zwischen den Mittelzonen erkennt man überall ein Netzwerk ähnlicher Gänge.

Die Wandung jener sämmtlichen Hohlgänge ist es dann, welche wiederum von sehr kleinmaschigem, lymphoidem Netzgewebe eingefriedigt wird.

Keiner dieser Gänge kommt im eigentlichen Follikel aber mehr vor.

Wir fügen endlich noch die Bemerkung bei, dass die oberflächlichen Lymphkanäle der Schleimhaut (der glatten wie zottentragenden Wälle) bei ihrem Herabsteigen sich in die erwähnten Gänge der lymphoiden Verbindungsschicht einsenken, sowie, dass wenigstens ein Theil der den Follikel umziehenden Hohlräume von dem charakteristischen Gefässepithel der Lymphbahn (S. 388) ausgekleidet ist.



Fig. 486. Querschnitt durch die Aequatorialebene dreier *Peyer*'scher Follikel des Kaninchens. *a* Das Kapillarnetz; *b* die grösseren ringförmigen Gefässe.

Wie ich vor langen Jahren darthat[6]), ist der ganze Follikel von einem ungemein entwickelten Netzwerk zarter, 0,0056—0,0074mm messender Haargefässe durchsetzt. Dasselbe hängt (Fig. 485. *a*), wie senkrechte Durchschnitte lehren, mit den grösseren arteriellen und venösen Gefässen (*b*), welche zwischen den Follikeln auf- und absteigen und die Darmzotten versorgen (*c*), zusammen. Auf Querschnitten (Fig. 486) bietet die Gefässanordnung, im Innern der Kapsel eine radienförmige (*a*) und nach aussen von einem Ringe umgeben (*b*), eins der zierlichsten mikroskopischen Bilder dar.

Anmerkung: 1) Ueber die Literatur der *Peyer*'schen Drüsen verweisen wir auf S. 433 Anmerk. 4. — 2) Die Beschaffenheit der Dünndarmschleimhaut macht es begreiflich, dass solche solitäre Follikel aus stärkeren Ansammlungen netzförmiger Gerüstemasse mit Lymphkörperchen in den Maschen ohne scharfe Grenze hervorgehen können Sie liegen bald in der Submukosa, so dass über ihnen die Drüsenschicht erhalten bleibt, oder in der Schleimhaut selbst. Grössere erreichen die Oberfläche derselben, und sind dann an ihrem in die Darmhöhle einspringenden Theile frei von Zotten. — 3) So findet man z. B. kleine *Peyer*'sche Plaques im Coecum des Meerschweinchens; ebenso am Eingang des Kolon beim Kaninchen. Eine gewaltige, den ganzen Darm umgreifende *Peyer*'sche Plaque besitzt das letztgenannte Geschöpf noch am Ende des Ileum (*Sacculus rotundus, Böhm*). — 4) Ueber den wurmförmigen Fortsatz des Menschen verweisen wir auf das *Teichmann*'sche Werk; über den interessant konstruirten gleichen Theil des Kaninchens auf die Arbeiten von *His* (a. a. O. Bd. 11, S. 424) und *Frey* (a. d. O. Bd. 13, S. 55). — 5) *Lipsky* (a. a. O.) findet diese Zylinderzellen kürzer als diejenigen der Darmzotten. — 6) Man s. die Dissertation von *F. Ernst*. Ueber die Anordnung der Blutgefässe in den Darmhäuten. Zürich 1851, S. 20, die Arbeiten von *His* und dem Verfasser. Eine von Blutgefässen freie Zentralpartie des *Peyer*'schen Follikels, welche *His* angenommen hat, existirt meinen Untersuchungen zufolge nicht, so leicht auch unvollkommene Injektionen ein derartiges Bild vortäuschen können. Doch wird das

Kapillarnetz im Follikelzentrum weitmaschiger und einzelne schleifenförmige Umbeugungen darbietend.

§ 257.

Sehr entwickelt ist der **Nervenapparat** des Dünndarms, welcher in dem Bauchtheile des Vagus und dem Sympathikus wurzelt. Derselbe, mit dem Geflecht der Magenwandung zusammenhängend, besteht aus einem doppelten Plexus mikroskopischer Ganglien [1]).

In der Submukosa, ausgezeichnet durch massenhaftere Knötchen, begegnen wir dem *Remak-Meissner*'schen Geflechte. Es sendet seine blassen kernführenden Fasern wesentlich in die Muscularis der Schleimhaut bis zu den Bündeln der Darmzotten, weniger wohl sensible Elemente zur Oberfläche [2]). Doch fehlt es zur Zeit noch an allen Beobachtungen.

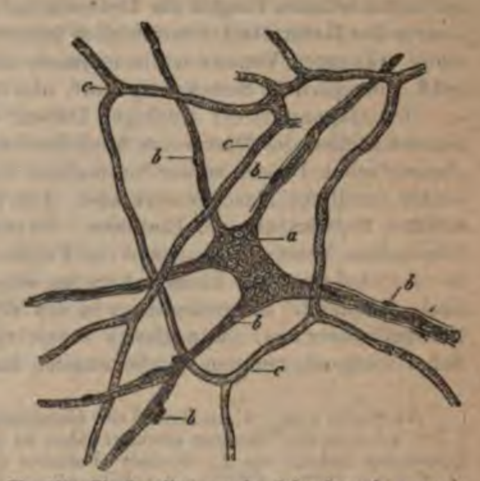


Fig. 487. Ein Ganglion aus der Submukosa des menschlichen Säuglings. *a* Nervenknoten; *b* ausstrahlende Stämmchen; *c* Kapillarnetz.

Nach auswärts hängt das submuköse Geflecht mit dem nicht minder entwickelten merkwürdigen *Auerbach*'schen *Plexus myentericus* zusammen. Mit seinen völlig abgeplatteten Ausbreitungen und seinen weniger massenhaften Ganglien liegt er zwischen der (inneren) Querfaser- und (äusseren) Längsfaserschicht der Darmmuskulatur. Dieselbe versorgt er dann mit seinen zahlreichen Stämmchen unter Bildung eines sekundären *Plexus* 0,001—0,005mm messender Stränge, deren jeder 3—6 feinste Nervenfasern besitzt (*L. Gerlach*), so dass die motorische Natur letzterer nicht zweifelhaft bleiben kann, wenngleich wir auch hier zur Zeit noch über die Nervenendigung uns im Dunkeln befinden.

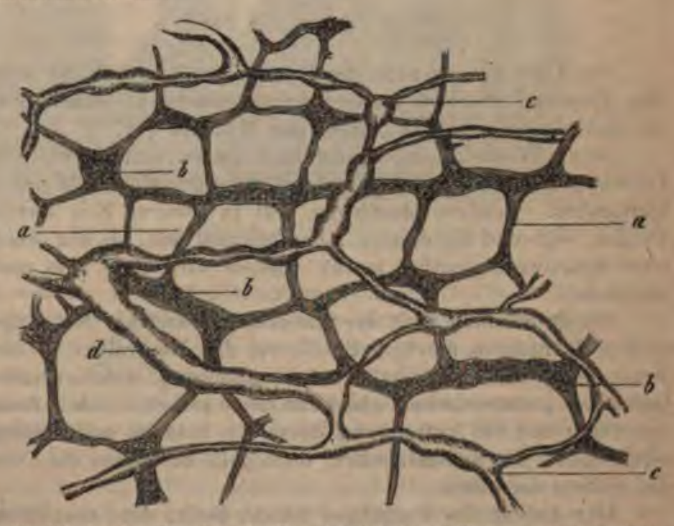


Fig. 488. Aus dem Dünndarm des Meerschweinchens. *a* *Plexus myentericus* mit den Ganglien *b*; *c* feinere und *d* stärkere Lymphgefässe.

Von der Ausbildung dieses Darmnervensystems kann man sich eine Vorstellung machen, dass auf 1 □" Kaninchendarm wohl einige 100 Ganglien des submukösen und über 2000 des myenterischen Geflechtes kommen. [3])

Die Blutbahn[3]) zeigt uns im Dünndarme das nachfolgende Gesammtbild.

Die an die Darmwandung gelangten Gefässe geben spärliche Zweige an die seröse Hülle, bilden dann in der Muskelhaut mit feinen Kapillaren die bekannten getreckten Maschennetze, deren Längsaxe mit dem Faserzug der kontraktilen Elemente zusammenfällt, und versorgen ferner mit einem neuen Kapillarnetze etwas ansehnlicherer Röhren die Submukosa.

Die Hauptausbreitung aber findet in der Schleimhaut selbst statt. Arterielle Zweige, an den Grund der *Lieberkühn*'schen Schläuche gelangt, bilden ähnlich wie um die Labdrüsen ein gestrecktes Netzwerk mittelfeiner Haargefässe, welches einmal mit zierlichen Ringen die Drüsenmündungen umgibt, und sich in das Kapillarnetz der Darmzotten kontinuirlich fortsetzt. Die aus letzteren kommenden, uns schon bekannten Venenwurzeln nehmen, durch die Schleimhaut senkrecht absteigend, nur spärliche Seitenzweige auf, und treten in das submuköse Venennetz ein.

Die Gegenwart der traubigen Drüsen und der lymphoiden Follikel bringt für manche Stellen des Darmrohrs Modifikationen in jene Gefässanordnung. Um die *Brunner*'schen Drüsen in der Submukosa des Zwölffingerdarms breitet sich das bekannte rundliche Maschenwerk aus. Die *Peyer*'schen Haufen bedingen dann eine stärkere Entwicklung der Blutbahn. Entweder in den Scheidewänden oder in der lymphoiden Verbindungsschicht der Follikel steigen nach Abgabe von Zweigen für den Follikelgrund die kleinen Arterien empor, seitliche Aeste abermals dem Follikel zusendend. Sie gehen dann in den Wällen und ihren Zotten in das terminale Haargefässnetz aus. Von diesem entspringende Venenwurzeln, neben den Arterien absteigend, nehmen mit Seitenästen aus dem Follikel dessen Blut wieder auf.

Anmerkung: 1) In Betreff der Gangliengeflechte des Dünndarms verweisen wir auf § 189, wo auch die Literatur schon erwähnt ist mit Ausnahme einer uns erst später zugekommenen Arbeit von *L. Gerlach* (Berichte der sächs. Ges. der Wissensch. in Leipzig, 21. Februar 1873). — 2) Von dem submukösen Geflechte werden wohl auch die Drüsen- und Gefässnerven der Schleimhaut abgegeben. — 3) *Frey* in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 13, S. 1, sowie *Toldt* im *Stricker*'schen Sammelwerk S. 426.

§ 258.

Der Lymphapparat des Dünndarms ist durch die Arbeiten von *Teichmann*, *His*, *Frey* und *Auerbach* genau bekannt geworden. Auch er bietet des Interessanten und physiologisch Wichtigen gar Manches dar.

Seine Wurzeln sind namentlich zwei, einmal die Schleimhaut mit ihren Darmzotten und dann, aber mehr in untergeordneter Weise, die Muskelhaut des Darmrohrs. Letztere Quelle ist erst in neuerer Zeit durch *Auerbach* gefunden worden, während die erstere lange bekannt war, da der weissliche Chylus leicht jenes Kanalwerk sichtbar macht. Sehen wir zuerst also nach dieser natürlichen Injektion.

Einige Stunden nach der Aufnahme fettreicher Nahrungsmittel zeigt uns der in den Dünndarm gelangte Speisebrei das Neutralfett in dem Zustande feinster Vertheilung, einer physikalischen Umänderung, welche durch die Zumischung der Galle, des pankreatischen und Darmsaftes erzielt wurde. Jetzt ist das Fett resorptionsfähig und die Aufsaugung desselben bald im vollen Gange. Hierzu dienen, wenn auch nicht ausschliesslich, doch ganz besonders die Darmzotten, namentlich die Spitzen derselben.

Der Anfang des Vorganges beruht darin, dass die Fettkügelchen in Gestalt höchst kleiner Moleküle von 0,0045, 0,0023 und 0,0011^{mm} nach der Passage des verdickten, von Porenkanälen durchzogenen Saumes der Zylinderepithelien in den Hohlraum der Zellen gelangt sind. Zuerst bemerkt man nur vereinzelte Zellen in dieser Weise erfüllt und die bald spärlicheren, bald zahlreicheren Fettkörnchen vorzugsweise zwischen der freien Basis und dem Kern gelagert. Bald wird die

Zahl der fettführenden Zellen grösser und grösser, und die Molekeln dringen über den Kern hinaus in die befestigte spitzere Hälfte der Zylinderzelle vor. Der weitere Fortgang des Prozesses beruht nämlich darin, dass aus den Spitzen der Zellen die Fettkörnchen in das eigentliche Schleimhautgewebe vordringen; sei es nun gleichmässig, mit unendlicher Menge die ganze Zottenspitze erfüllend, sei es bei spärlicherer Zahl in feinen Streifen, welche, zwischen Lymphzellen und Bindegewebsbälkchen hinziehend, für fetterfüllte Kanälchen irrthümlich angesehen werden können. Die dritte Stufe des Prozesses zeigt endlich höchst feine Fettmolekeln durch die Wand des Chylusgefässes in dessen Hohlraum eingedrungen und letzteren ganz erfüllend, so dass nun, wie schon oben erwähnt wurde, dieser sonst schwer wahrzunehmende Bestandtheil der Zotte in grosser Deutlichkeit hervortritt. Sehr schön ist namentlich die Schlussphase des ganzen Aktes, wo man die Zylinderzellen und das Schleimhautgewebe wieder von Fett frei geworden erblickt, während das Chylusgefäss noch erfüllt ist (Fig. 476, S. 498).

Die betreffenden Verhältnisse werden dann durch die künstliche Injektion der lymphatischen Bahnen in der Dünndarmschleimhaut bestätigt.

Man erkennt leicht in den Darmzotten (Fig. 489) die Anfänge des Chylussystemes als blindsackige Kanäle, welche nach unseren Erfahrungen (mit welchen auch *Teichmann* und *His* übereinstimmen) nicht in das Zottengewebe selbst sich fortsetzen. Nach der Gestalt der Darmzotte erscheinen sie entweder einfach (*a*) oder doppelt (*b*) und in Mehrzahl (*c*). In den letzteren Fällen findet man im Spitzentheil der Zotte entweder einen bogenförmigen Uebergang, oder die Chyluskanäle endigen getrennt. An tieferen Stellen der Darmzotte begegnet man nicht selten verbindenden Querzweigen [1]).



Fig. 489. Senkrechter Durchschnitt des Ileum des Menschen. *a* Darmzotten mit einfachem, *b* mit doppeltem, *c* mit dreifachem Chyluskanal; *d* Chylusbahnen der Schleimhaut.

Die aus den Darmzotten in die Schleimhaut gelangten Gänge steigen durch dieselbe zwischen den *Lieberkühn*'schen Drüsen entweder einfach herab oder erst nach Bildung eines oberflächlichen horizontalen Netzes, welches, unter den Zottenbasen gelegen, Gruppen jener Drüsenmündungen umzieht.

An der Schleimhautgrenze und in der Submukosa entsteht durch den Zusammentritt jener Chyluskanäle in flächenhafter Ausbreitung ein Netzwerk (*d*) bald engerer (Mensch, Kalb), bald sehr weiter Bahnen (Schaf, Kaninchen), welche das hier befindliche Netzwerk der Blutgefässe begleiten, und bisweilen einzelne Röhren des letzteren scheidenartig umhüllen. Das Ganze bietet im Uebrigen nach der Stärke der Schleimhaut, sowie nach den einzelnen Thierarten manche Verschiedenheiten dar.

Eine Modifikation erfährt die Anordnung jener Chyluskanäle da, wo *Peyer*'sche Drüsenhaufen [2]) vorkommen (Fig. 490). Die aus den modifizirten Darmzotten der Schleimhautwälle zurückkehrenden lymphatischen Gänge (*a*) bilden um die in den

Zottenwällen vorkommenden Schlauchdrüsen (*b*) ein Netz (*g*), und dieses setzt sich in ein, die Mittelzone eines jeden Follikels ringförmig umgebendes Maschenwerk netzartig eingegrenzter Gänge (*h*) fort. Die letzteren münden dann entweder in einen, den Follikelgrundtheil schalenartig umgebenden einfachen Umhüllungsraum (so beispielsweise beim Kaninchen, Schaf, Kalb), demjenigen des Follikels in einer Lymphdrüse ganz ähnlich, ein, oder dieser ist durch ein System netzartig den Follikelgrund umstrickender getrennter Kanäle (*i*) ersetzt, derselben, welcher wir schon § 227 zu gedenken hatten (Mensch, Hund, Katze).

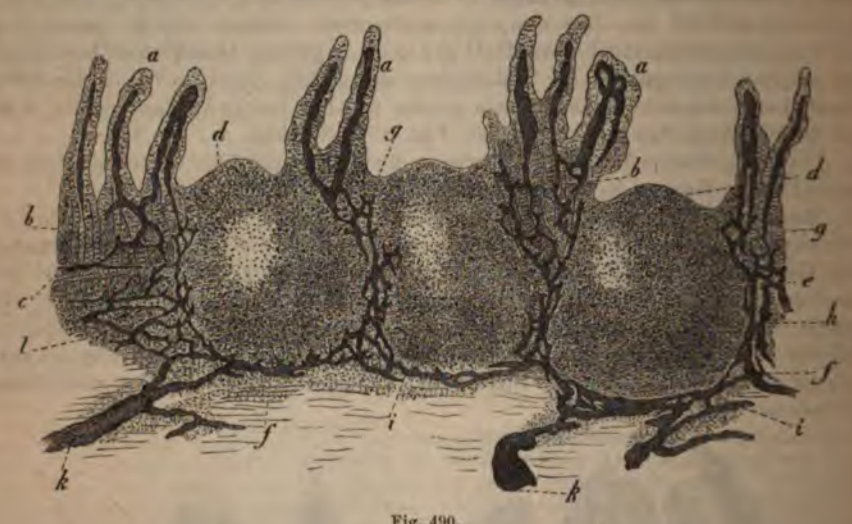


Fig. 490.

Aus letzterem Gangwerk (oder dem einfachen Umhüllungsraum) endlich entspringen die abführenden Lymphgefässe (*k*).

Aus dem submukösen Kanalnetz, zu welchem wir zurückkehren, entspringen vereinzelte Abflussröhren, förmliche knotige Lymphgefässe, welche unter Durchbohrung der Darmwandung in die subserösen Lymphgefässe übergehen. Letztere bilden einen schmalen, der Mesenterialanheftung entlang ziehenden Streifen (*Auerbach*).

Mit andern Gängen aber senkt sich jenes submuköse Chylusnetz in ein anderes, zwischen Rings- und Längsmuskulatur gelegenes lymphatisches Geflecht ein. Dieses (Fig. 488, S. 505), welches *Auerbach*[3]) mit dem Namen des interlaminären versehen hat, begleitet den hier befindlichen, uns bekannten *Plexus myentericus*. Es sammelt die Lymphe aus der Darmmuskulatur. In letzterer finden wir nämlich (in der Längsschicht einfach, in der Querfaserlage mehrfach übereinander gebettet) sehr dichte gestreckte Maschennetze feiner lymphatischer Gänge. Aus dem interlaminären Lymphnetze führen endlich die Abzugsgefässe in die subserösen Stämme ein.

Durch diese verwickelte Einrichtung ist unverkennbar in doppelter Weise für den Abfluss des Chylus gesorgt, wie *Auerbach* mit Recht hervorhebt. Ebenso wird bei den peristaltischen Bewegungen des Darms die lymphatische Flüssigkeit leicht ausweichen können.

Die Entstehungsverhältnisse der Dünndarmorgane[4]) betreffend, bemerken wir nur, dass die Darmzotten im dritten Monate des menschlichen Fruchtlebens als warzenförmige Exkreszenzen sichtbar werden; die *Lieberkühn*'schen Drüsen (abweichend von den Magenschläuchen) von Anfang an hohle Einstülpungen der Mukose bilden, und in den *Peyer*'schen Drüsenhaufen die Follikel im 7ten

Monat vorhanden sind. Die Zellen des Darmepithel und der *Lieberkühn*'schen Drüsen des Fötus enthalten Glykogen [*Rouget*[5])].

Anmerkung: 1) Ueber die Darmzotten, namentlich den Anfang und das Verhalten des in der Axe gelegenen Chyluskanals zieht sich eine lange Kontroverse durch die Literatur. Mit unserer im Text gegebenen Schilderung haben sich im Allgemeinen übereinstimmend ausgesprochen: *J. Müller* (Physiologie 1. Aufl. Bd. 1, S. 254), *Henle* (allg. Anat. S. 542 und Eingeweidelehre S. 170), *Gerlach* (Handbuch S. 309), *Arnold* (Handbuch der Anatomie. Freiburg 1847. Bd. 2, S. 91), *Gruby* und *Delafond* (*Comptes rendus, Tome* 16, *p.* 1195), *Koelliker* (Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 158 und Gewebelehre 4. Aufl., *Donders* (Physiologie 2. Aufl., Bd. 1, S. 320), *J. Vogel* (*Schmidt*'s Jahrbücher Bd. 26, S. 102), *R. Wagner* (Physiologie 3. Aufl. Leipzig 1845, S. 182), *Frerich*'s (und *Frey*) Handwörterb. Bd. 3, 1, S. 751 u. 854), *Teichmann* a. a. O. S. 80 und *Hessling* (Grundzüge S. 291). Auch *Langer* in einer brillanten Injektionsstudie über die Lymphgefässe in den Verdauungsorganen der Batrachier fand nur geschlossene Kanäle (Wiener Sitzungsberichte Bd. 53, Abth. 1, S. 396), dasselbe *L. Leoschin* in derselben Zeitschr. Bd. 61, Abth. 1, S. 67. Dasselbe scheint auch viel früher von *Hyrtl* für die Chylusgefässe der beschuppten Amphibien und Vögel gesehen zu sein (Oesterreichische Zeitschrift für praktische Heilkunde. 1860. VI. No. 21). Einen kleinen Beitrag für letztere Thierklasse lieferte auch *S. Kostarew* (Archiv f. mikr. Anat. Bd. 3, S. 409). — Gegenüber dieser Anschauung hat man einen netzförmigen Anfang der Chylusbahnen angenommen. Es ist dieses zuerst von *C. Krause* geschehen (*Müller*'s Archiv 1837, S. 5). Ihm sind Andere, wie z. B. *E. H. Weber* (a. d. O. 1847, S. 400), *Goodsir* (*Edinb. new phil. Journ.* 1842), *Remak* (Diagnostische und pathogenetische Untersuchungen. Berlin 1845) und *Zenker* (Ztschr. f. wissensch. Zool. Bd. 6, S. 321) gefolgt. — Während man bis dahin eine den Chyluskanal begrenzende Wandung angenommen hatte, betrachtete *Brücke* (Denkschriften der Wiener Akademie Bd. 6, 1, S. 99) zuerst das Chylusgefäss als einen in dem Gewebe der Darmzotte einfach ausgehöhlten membranlosen Kanal, und fand in dieser Auffassung eine Reihe von Nachfolgern, wie *Funke* (Physiologie 3. Aufl. Bd. 1, S. 311), *Leydig* (Histologie S. 294). Auch *Heidenhain* (*Moleschott*'s Untersuchungen Bd. 4, S. 251) hält an jener Wandungslosigkeit des Axenkanales fest. Seiner Ansicht nach gehen die Epithelialzylinder der Darmzotte mit langen fadenförmigen Ausläufern in ein hohles Netzwerk der Bindegewebekörperchen im Zottenparenchym über, und jenes mündet dann in den Hohlraum des Axenkanales ein. Kein unbefangener Beobachter vermochte dieses zu bestätigen, so dass über das Irrthümliche jener Annahme kein Zweifel mehr herrscht, ein Zweifel, welchen die Arbeit *Th. Eimer*'s hinterher nicht wieder erwecken konnte (*Virchow*'s Archiv Bd. 48, S. 119). Argen Täuschungen — wie bald von vielen Seiten bemerkt wurde — ist dann auch in dem Bestreben, gebahnte Wege für die Chylusaufnahme darzuthun, *Letzerich* anheimgefallen (*Virchow*'s Archiv Bd. 37, S. 232 und Bd. 39, S. 435). Nach ihm sollten die früher erwähnten Becherzellen (»Vakuolen«) nämlich hohle Körper darstellen, welche mit röhrenartiger Verlängerung in das Zottengewebe eindringen, und dort mit einem bisher übersehenen Röhrennetz sich verbinden. Letzteres sollte die bindegewebige Substanz der Darmzotten durchsetzen, und schliesslich in den lymphatischen Axenkanal letzterer einmünden. — Auch *His* hielt früher den Axenkanal für nur eingegraben im Zottenparenchym (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 11, S. 433), erkannte aber später seine Auskleidung mit Gefässzellen (a. d. O. Bd. 13, S. 462). Unter den neueren Beobachtern gedenken wir noch Einiger. *Recklinghausen* (Die Lymphgefässe S. 78) beschreibt für die Darmzotte des Kaninchens wieder ein über den Axenkanal hinausgehendes Netzwerk wandungsloser Bahnen, wobei offenbar Extravasate mitspielten. *Basch* (a. a. O.) lässt den Axenkanal nur von Lymphkörperchen und der retikulären Gerüstemasse begrenzt sein, und findet peripherische, jede Lymphzelle umziehende wandungslose Strömchen. Später hat der Verfasser nochmals die betreffenden Gegenstände behandelt (s. die gleiche Zeitschr. Bd. 62, Abth. 2, S. 617). *Fles* (a. a. O.) findet für die beiden untersten Dritttheile des Axenkanals eine besondere, mit Epithelien bekleidete Wandung, während dem oberen Stück nur eine durch das Retikulum gesetzte Begrenzung zukommen soll. *Lipsky* endlich will eine Wandbegrenzung des Axenkanals durch glatte Muskelfasern beim Kaninchen erkannt haben (a. a. O. S. 187). Wenn man will, ist auch noch *Th. Zawarykin*'s werthlose Arbeit (*Mém. de l'acad. de St. Pétersbourg. Tome XIV*) zu vergleichen. — 2) Man vergl. die Arbeiten des Verf. l. l. c. c. (Zeitschr. f. wiss. Zool. und *Virchow*'s Archiv). — 3) S. die schöne Arbeit in *Virchow*'s Archiv Bd. 33, S. 340. — 4) *Koelliker*'s Entwicklungsgeschichte S. 369. — 5) *Journ. de phys. Tome* 2, *p.* 320.

§ 259.

Die Schleimhaut des Dickdarms stimmt in den wesentlichen Verhältnissen mit derjenigen der dünnen Gedärme überein, zeigt uns aber als einen wichtigen

Unterschied den Mangel der Zotten. Ihr Gewebe ist aber an lymphoiden Zellen weit ärmer als dasjenige des Dünndarms und mehr dem gewöhnlichen Bindegewebe sich annähernd.

Der Epithelialüberzug besteht aus Zylinderzellen ähnlich denjenigen der dünnen Gedärme, aber mit einem schwächer verdickten und der Porenkanäle entbehrenden Saume. Zwischen jenen erscheinen auch hier Becherzellen [*Schulze* [1])].

Ihre Muskellage erinnert an die der Mukosa des Magens (§ 251), und bietet dieselben Variationen in der relativen Ausbildung ihrer beiden Schichten dar [*Schwarz*, *Lipsky* [2])]. Eingebettet in ihr kommt ein System schlauchförmiger Drüsen, der **Dickdarmschläuche** [3]), und in wechselnder Menge der **lymphoide Follikel** vor, wie wir ihn schon aus den dünnen Gedärmen her kennen.



Fig. 491. Dickdarmdrüsen des Kaninchens. Ein Schlauch mit Zellen; die übrigen zellenfrei gezeichnet.



Fig. 492. Dickdarmschläuche des Meerschweinchens. Bei *a* eine Drüse mit stellenweise hervortretender *Membrana propria*; bei *b* entweicht der Inhalt durch einen Riss jener.



Fig. 493. Dickdarmschläuche des Kaninchens mit kaustischem Natron behandelt.



Fig. 494. Ausmündung der Dickdarmdrüsen desselben Thieres mit dem radienförmig stehenden Zylinderepithelium.

Die Dickdarmschläuche (Fig. 491) gehen aus den *Lieberkühn*'schen Drüsen hervor, und stellen nur eine Modifikation derselben dar.

Sie erscheinen in Gestalt eines einfachen, ungetheilten Schlauches mit ziemlich glatter Wand von einer Länge, welche zwischen 0,4512—0,5640^{mm} und mehr wechselt, und einer zwischen 0,0902—0,1505^{mm} gelegenen Breite. Sie stehen im Uebrigen ebenso gedrängt als die Schläuche des Magens und Dünndarms, und kommen sämmtlichen Abtheilungen der dicken Gedärme mit Einschluss des *Processus vermiformis* zu.

Ihr Inhalt (Fig. 491 und 492. *b*) ist eine zähe, zuweilen ziemlich fettreiche Masse, bestehend aus gekernten (0,0151—0,0226^{mm} messenden) Drüsenzellen mit einem körnerreichen Protoplasma, welche durch gegenseitige Akkomodation von aussen her gesehen wie Plattenepithelium, im Drüsenquerschnitte dagegen zylindrisch erscheinen. Auch zwischen diesen Zylindern kommen Becherzellen vor (*Schulze*). Die Mündung geschieht in bekannter Weise mit radienförmig die Oeffnung begrenzendem Zylinderepithelium (Fig. 494).

Die **lymphoiden Follikel**, in der Regel grösser als diejenigen des Dünndarms, kommen vereinzelt durch das Kolon vor. Ihre Kuppe erhebt sich aus dem Grunde einer Schleimhautvertiefung.

Dass sie dagegen in gedrängter Stellung dem **wurmförmigen Fortsatze** des Menschen eine eigenthümliche Struktur verleihen, ist schon früher (§ 255) bemerkt worden.

Das Gefässsystem der Dickdarmschleimhaut ist dasjenige der Magenmukosa, so dass unser Holzschnitt (Fig. 466 S. 492) auch für ersteren Theil verwendet werden kann.

Lymphgefässe in der Dickdarmschleimhaut waren früher unbekannt, während man in der Submukosa das bekannte Netzwerk getroffen hatte[4]. Sie haben sich hinterher für Pflanzen- und Fleischfresser ergeben, und mangeln sicherlich auch dem Menschen nicht[5].

Während die Kolonoberfläche glatt zu bleiben pflegt, ist beim Kaninchen dieser Darm in dem ersten Viertheil seiner Länge mit gedrängt stehenden, verbreiterten Darmzotten vergleichbaren Vorsprüngen versehen[6].

Eine solche Papille (Fig. 495) wird aber (im Gegensatze zur Zotte des Dünndarms) von gedrängt stehenden Schlauchdrüsen ebenso durchsetzt wie die übrige Kolonschleimhaut.

In dem Axentheile des Vorsprungs verlaufen nun einfach oder in Mehrzahl ganz ähnliche blindsackige lymphatische Kanäle (*f. g*), wie wir sie für die Darmzotte getroffen haben. Senkrecht absteigend und von dem Blutgefässnetz (*a—d*) umsponnen, gehen sie in das weite Maschenwerk der submukösen Lymphgefässe über. Bei andern Thieren wird die glatte Kolonschleimhaut theils von senkrechten blindsackigen Gängen, theils von einem weitmaschigen Netzwerk durchzogen. Man hat jene Lymphgefässe, welche aber durchaus nicht eine Ausbildung ähnlich denjenigen im Dünndarm gewinnen, bis in's Rektum herunter verfolgt.



Fig. 495. Eine Kolonpapille des Kaninchens im senkrechten Durchschnitt. *a* Arterielles, *b* venöses Stämmchen der Submukosa; *c* Kapillarnetz; *d* absteigender venöser Zweig; *e* horizontales Lymphgefäss (eine Arterie umscheidend); *f* Lymphkanäle des Axentheils; *g* ihre blindsackigen Anfänge.

Im wurmförmigen Fortsatz erlangt dagegen, wie uns *Teichmann*[7] zuerst für den Menschen gezeigt, jener Lymphapparat eine mächtige Entfaltung. Die äusseren lymphatischen Ausbreitungen in der Wand des Dickdarms wiederholen das Verhalten der dicken Gedärme; auch die ganze komplizirte Lymphbahn der Darmmuskulatur[8] kehrt wieder.

Der Nervenapparat der dicken Gedärme besteht aus einem weitmaschiger gewordenen submukösen Gangliengeflechte, während der *Plexus myentericus* die gleiche Ausbildung wie im Dünndarm darbietet.

Muskulatur und seröser Ueberzug des Dickdarms bedürfen keiner weiteren Erörterung.

Am After grenzt sich das Zylinderepithelium scharf gegen die Epidermoidalzellen ab.

Am unteren Darmende mischen sich dann (an den Oesophagus erinnernd) glatte und querstreifige Muskulatur.

Die Entstehungsweise der Dickdarmschleimhaut ist die gleiche wie diejenige der Magenmukosa [*Koelliker*[9]].

Anmerkung: 1) Man s. dessen Aufsatz in *Schultze*'s Archiv, S. 189. — 2) S. die beiden erwähnten Abhandlungen im 55. Bde., Abth. 1 der Wiener Situngsberichte. — 3) Vergl. *Frerichs*, Artikel: »Verdauung« S. 754, *Koelliker*'s Mikrosk. Anatomie S. 194, *Henle*'s Eingeweidelehre S. 176. — 4) *Teichmann* a. a. O. S. 87. — 5) Der Erste, welcher Lymphgefässe in der Kolonschleimhaut sah, war *His* (s. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 11, S. 434). Die genauere Anordnung, sowie die Verbreitung des Apparates bei pflanzenfressenden Säugethieren ist dann durch mich bekannt geworden. S. die gleiche Zeitschr. Bd. 12, S. 336. Für Fleischfresser hat ihn später *Krause* bei der Katze nachgewiesen (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R. Bd. 18, S. 161). — 6) Diese Vorsprünge waren schon den älteren Anatomen bekannt, wozu wir auf *Meckel*'s vergl. Anatomie Bd. 4, S. 639 und die 19 Jahre später erschienene Dissertation von *F. Böhm* S. 48 verweisen. — 7) S. dessen Werk S. 86. Die

(kaum fehlende) Ausbreitung in der eigentlichen Schleimhaut ist dabei von *Teichmann* noch übersehen worden, wie seine 14te Tafel lehrt. — 8) *Auerbach* l. c. — 9) Entwickelungsgeschichte S. 369.

§ 260.

Die physiologische Bedeutung der *Lieberkühn*'schen und der Dickdarmschläuche bietet zur Zeit noch manchfache Dunkelheiten dar.

Man schreibt ihnen die Absonderung des sogenannten Darmsaftes, *Succus entericus*, zu, einer Flüssigkeit, an deren Bildung im oberen Theile des Dünndarms sich natürlich auch die *Brunner*'schen Drüsen in etwas betheiligen müssen. Ihr Sekret harrt noch genauerer Untersuchung.

Man hat in neuerer Zeit durch eine sinnreiche Operationsmethode gelernt, reinen Dünndarmsaft[1]) bei Hunden zu gewinnen [*Thiry*[2])]. Derselbe stellt ein stark alkalisches, dünnflüssiges, schwach weingelbes Sekret von 1,0125 specif. Gewicht mit etwa 2,5% fester Bestandtheile dar, worunter ungefähr 2,5 Eiweiss und 0,3 kohlensaures Natron. In alkalischer Reaktion löst er Fibrin, dagegen nicht rohes Fleisch und hart gesottenes Albumin[3]). Ebenso zersetzt er weder Neutralfette, noch soll er Stärke in Traubenzucker umwandeln, was jedoch von anderer Seite für das Sekret des Dünndarms festgehalten wird [*Eichhorst*[4])]. Die Menge des Darmsaftes scheint eine reichliche zu sein.

Auch das Sekret der Dickdarmschläuche reagirt alkalisch[5]). In dem wurmförmigen Fortsatze liegt ein mächtiger Resorptionsapparat vor.

Anmerkung: 1) Die Ergebnisse älterer mit unvollkommeneren Methoden angestellter Untersuchungen weichen von den *Thiry*'schen Ergebnissen ab. Man s. darüber *Frerichs*' Artikel: »Verdauung« S. 850; *Zander*, *De succo enterico. Dorpati* 1850. *Diss.*; *Bidder* und *Schmidt*'s Werk S. 260; *Koelliker* und *H. Müller* in den Würzb. Verh. Bd. 5, S. 221 und Bd. 6, S. 509; *Lehmann*'s phys. Chemie Bd. 2, S. 95 und Zoochemie S. 89. Zur Orientirung verweisen wir vor Allem auf *Kühne*'s (S. 136) und *Gorup*'s (S. 489) physiol. Chemie. — 2) S. dessen Arbeit in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 50, Abth. 2, S. 77. — 3) Da auch vom Dickdarm aus Eiweiss noch aufgenommen zu werden vermag, so werden wir uns mit *Brücke* zu der Annahme entschliessen müssen, dass Albuminate im Darm, auch ohne in sogenannte Peptone umgewandelt zu sein, resorbirt werden können. — 4) *Pflüger*'s Archiv Bd. 4, S. 570. — 5) Einige Versuche in dieser Richtung sind früher von *Frerichs* (a. a. O.) angestellt worden. Ueber die Resorption im Dickdarm s. man neben *Eichhorst* noch *C. Voit* und *J. Bauer* (Zeitschr. für Biologie, Bd. 5, S. 536).

§ 261.

Die Bauchspeicheldrüse oder das *Pankreas*[1]) bietet in der Textur einige Verwandtschaft mit den Speicheldrüsen dar. Die Bläschen sind rundlich, 0,0564—0,0902^{mm} messend. Ihre *Membrana propria* zeigt stellenweise Kerne eingebettet, so dass auch hier nach Art anderer traubiger Drüsen ein Aufbau aus platten Sternzellen wahrscheinlich wird.

Das umspinnende Gefässnetz (Fig. 496) ist das gewöhnliche rundliche der ganzen Organgruppe.

Die zahlreichen Lymphgefässe bedürfen noch einer näheren Erforschung.

Ausgekleidet treffen wir die Drüsenbläschen des Pankreas von kubischen Zellen. Beim erwachsenen Kaninchen zeigen uns dieselben in ihrem inneren, dem Drüsenlumen zugekehrten Theile fettige Moleküle, während die kernführende Mitte und der Aussentheil hell bleiben.

Der Ausführungsgang[2]) ist beim Menschen ein ziemlich dünnwandiger ohne muskulöse Elemente, aber im unteren Theil mit der Mucosa eingebetteten kleinen Schleimdrüschen versehen.

Untersucht man bei Thieren den Ueberzug zylindrischer Zellen näher, so erscheinen die letzteren von Anfang an nicht besonders hoch. Sie nehmen dann in

den Aesten noch mehr und mehr in der Längsdimension ab, bis wir endlich in den Drüsenbläschen selbst plattenförmigen Elementen, in ihrer Gestalt an manche Gefässepithelien erinnernd, begegnen. Dieses sind die »zentro-acinären« Zellen (deren wir schon früher bei den Speicheldrüsen [§ 245] gedachten und), welche hier überhaupt zum ersten Male von *Langerhans* gesehen wurden [3].



Fig. 496. Das Gefässnetz der Bauchspeicheldrüse vom Kaninchen.

Bei der vorsichtigen Injektion des ausführenden Gangwerks erhält man auch für die Bauchspeicheldrüse (Fig. 497) jenes Netzwerk feinster Sekretionsröhrchen zwischen den Drüsenzellen des Acinus (*Langerhans*, *Saviotti*), von welchem wir früher mehrfach berichtet haben.

Die Nerven kennen wir noch nicht genauer. Nach *Pflüger* ist ihre Endigung dieselbe wie in den Speicheldrüsen.

Die Entstehung des Pankreas findet frühzeitig in Gestalt einer Ausstülpung von der hinteren Wand des Zwölffingerdarms statt [4].



Fig. 497. Drüsenkanäle des Kaninchenpankreas nach *Saviotti*. *a* stärkerer Ausführungsgang; *b* derjenige eines Acinus; *c* feinste kapillare Gänge zwischen den Drüsenzellen.

Ueber die Mischung des alkalisch reagirenden Drüsengewebes (spezifische Schwere 1,047 nach *Krause* und *Fischer*) ist nichts bekannt; dagegen hat man in der die Drüse durchtränkenden Flüssigkeit eine Reihe interessanter Zersetzungsprodukte angetroffen, nämlich reichlich das Leucin und in verhältnissmässig nicht unbedeutender Menge das Tyrosin [*Virchow*, *Staedeler* und *Frerichs* [5]], ferner Guanin und Xanthin [*Scherer* [6]], Sarkin oder Hypoxanthin [*Gorup* [7]], Milchsäure und (beim Ochsen) Inosit [*Boedeker* und *Cooper Lane* [8]]. Unter diesen Stoffen wurde das Vorkommen des Leucin (und Tyrosin?) im Sekrete beobachtet, mit welchem es in den Darmkanal gelangt [9].

Im ruhenden oder, richtiger gesagt, im Zustande der schwächeren Absonderung, erscheint unsere Drüse blasser, im aktiven (d. h. von der fünften bis neunten Stunde nach erfolgter Nahrungsaufnahme) geröthet. Letztere zeigt ein hellrothes Blut aus

den Venen ablaufend, während dunkles den Haargefässbezirk des weniger aktiven Organs verlässt.

Die Drüsenflüssigkeit, der Bauchspeichel, pankreatische Saft, *Succus pancreaticus*[10], ist vom lebenden Thiere als ein stark alkalisch reagirendes, zähflüssiges Sekret erhalten worden (*Bernard*), während das aus einer bleibenden Pankreasfistel gewonnene Sekret dünnflüssig erscheint [*Ludwig* und *Weinmann*[11]]. Ersteres verdaut Eiweiss (*Bernard, Corvisart*), wandelt Amylum in Traubenzucker um, und zerlegt nach vorhergegangener Emulsirung die Neutralfette in Glycerin und freie Fettsäuren; letzteres entbehrt der ersteren Kraft. Das dickflüssige Sekret mit circa 90% Wasser[12] entstammt dem gerötheten, das dünnflüssigere mit 95—98% dem blassen Organe.

Die Menge der abgesonderten Flüssigkeit fällt in den vorhin genannten Stunden während der Verdauung am grössten aus, schwankt aber sonst auch beträchtlich, so dass Bestimmungen über die tägliche Absonderungsgrösse sehr ungleich ausgefallen sind[13].

Die wesentlichen Bestandtheile sind ein eiweissartiger Körper, welcher aus dem dickflüssigen Pankreassekret (nicht aber aus dem dünnflüssigen) bei Abkühlung unter 0 Grad sich gallertig abscheidet, dann ein in beiden Flüssigkeiten vorkommender Fermentstoff, welcher sehr rasch Stärke in Traubenzucker überführt, ferner, wie namentlich *Corvisart* gezeigt, in der ersteren Modifikation des pankreatischen Saftes eine andere, Eiweiss verdauende Fermentsubstanz (deren Wirkung auch im neutralisirten, ja schwach angesäuerten Sekrete nicht erlischt (*Kühne*)), sowie endlich ein dritter, jene eigenthümliche Fettzerspaltung bewirkender Fermentkörper. Interessant ist die erwähnte Umänderung der Albuminate, ein Zerlegungsprozess mit Bildung eines Eiweisspepton sowie ansehnlicher Mengen von Leucin und Tyrosin [*Kühne*[14]]. Auch ein Leimpepton hat man so gewonnen (*Schweder*).

Die Aschenbestandtheile des pankreatischen Saftes, deren Menge von 0,2—0,75 und 0,9% erhalten wurde, sind Kalkerde, Magnesia und Natron, Chlornatrium und Chlorkalium, phosphorsaures Natron, phosphorsaurer Kalk und phosphorsaure Magnesia, schwefelsaure Alkalien und Spuren von Eisen mit Phosphorsäure verbunden (*Bernard, Frerichs, Bidder* und *Schmidt*). Rhodankalium hat man im Bauchspeichel vermisst.

Anmerkung: 1) Man vergl. die Werke von *Gerlach, Koelliker* und *Henle*'s Eingeweidelehre, S. 218, sowie *A. Verneuil* in der *Gaz. méd. de Paris* 1851, No. 25 und 26 und *Bernard, Mémoire sur le pancréas. Paris* 1856; ferner an neueren Arbeiten die wichtige Untersuchung von *P. Langerhans*, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Bauchspeicheldrüse. Berlin 1869. *Diss.*; *Saviotti* im Archiv für mikr. Anat. Bd. 5, S. 404; *Gianuzzi* in den *Comptes rendus. Tome* 68, *p.* 1280; *Pflüger* im Archiv für mikr. Anat. Bd. 5, S. 199; man s. ferner die Aufsätze *Boll*'s und *von Ebner*'s, sowie *J. Latschenberger* in den Wiener Sitzungsberichten, Bd. 65, Abth. 3, S. 195. — 2) Der ausführende Gang bietet mancherlei Variationen dar. Ein zweiter ableitender Kanal kommt jedenfalls beim Menschen häufig vor. Man vergl. *Koelliker*'s Gewebelehre 5. Aufl., S. 447. — Als ein akzessorisches Pankreas hat man eine in der Wandung des Darmrohrs gelegene drüsige Masse mit besonderem Gang beschrieben. Sie liegt bald in der Nähe des *Ductus Wirsungianus*, bald aber auch tiefer abwärts im Darm oder sogar in der Magenwand. Vergl. *Klob* in der Zeitschr. der Wiener Aerzte 1859, S. 732 und *Zenker* in *Virchow*'s Archiv Bd. 21, S. 369. Dass beim Kaninchen in der Wand des Zwölffingerdarms zahlreiche kleine Drüschen mit dem Bau des *Pankreas* liegen, hat schon § 255 erwähnt. — 3) *Latschenberger* (a. a. O.) möchte das Ding einmal wieder für ein Kunstprodukt erklären. — 4) *Schenk* (s. Centralblatt für die med. Wiss 1873, S. 33) gelangte zu etwas abweichenden Ergebnissen. — 5) *Virchow* in s. Archiv Bd. 8, S. 358. Man vergl. auch § 31 und 32. — 6) *Virchow*'s Archiv Bd. 15, S. 388 und Annalen Bd. 107, S. 314, sowie Bd. 112, S. 257. — 7) Die gleiche Zeitschrift Bd. 98, S. 10. — 8) Die *Bödeker*'sche Angabe ist enthalten in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 10, S. 153. — 9) *Frerichs* und *Staedeler* in den Zürcher Mittheilungen Bd. 4, S. 87; *Koelliker* und *H. Müller* in den Würzburg. Verh. Bd. 6, S. 507. — 10) *Bernard* in den *Archives génér. de médecine* 1849, *p.* 68; *Mémoire sur le pancréas et sur le rôle du suc pancréatique. Paris* 1856; ferner *Leçons de physiologie expérimentale appliquée à la médecine. Paris* 1856, *Vol.* 2, *p.* 337; *L. Corvisart, Collection de mémoires sur une fonction peu connue du pan-*

créas, la digestion des aliments azotés. Paris 1857—63, ferner *Journal de Physiologie Tome* 3, *p.* 373, in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 7, S. 119 und *Gaz. hebdom.* 1864, No. 14; Derselbe und *Schiff* am letzteren Orte 1865, No. 21; *Frerichs*' Verdauungsarbeit, S. 842; *Bidder* und *Schmidt*, Verdauungssäfte etc. S. 240; *Schmidt*, Annalen Bd. 112, S. 33; *Kröger*, *De succo pancreatico. Dorpati* 1854. Diss.; *Keferstein* und *Hallwachs*, Göttinger Nachrichten 1858, No. 14; *Meissner* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 7, S. 17; *Brinton* im *Dublin quart. Journ. of sc.* 1859, Aug. p. 194; *Skrebitzki, De succi pancr. ad adip. et album. vi atque effectu. Dorpati* 1859. Diss.; *Schiff* in *Schmidt*'s Jahrbüchern, Bd. 105, S. 269 und in *Moleschott*'s Untersuchungen Bd. 2, S. 345; *Funke* in *Schmidt*'s Jahrbüchern Bd. 97, S. 21 und Bd. 101, S. 155; *Turner* im *Journ. de Phys. Tome* 4, *p.* 221; *A. Danilewsky* in *Virchow*'s Archiv Bd. 25, S. 279; *Lössnitzer* im Archiv der Heilkunde Bd. 5, S. 550; man s. ferner *E. H. Schwerin*, Zur Kenntniss der Verdauung der Eiweisskörper. Berlin 1867. Diss.; *C. G. Schweder*, Zur Kenntniss der Glutinverdauung. Berlin 1867. Diss. — Man s. ferner die Lehrbücher der physiol. Chemie von *Lehmann* (Bd. 2, S. 88 und Handbuch S. 264); *Gorup* (S. 565) Organ (und 481 (Sekret)) und *Kühne* (S. 111). — 11) *Weinmann*, Untersuchungen über die Sekretion der Bauchspeicheldrüse. Zürich 1852. Diss. und in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Ztschr. N. F. Bd. 3, S. 247. — 12) Beim Hunde fand *Bernard* 91% Wasser, 8,2 organische und 0,8% Mineralbestandtheile. — 13) Ueber die Absonderungsgrösse der Bauchspeicheldrüse s. man *N. O. Bernstein* in den Sitzungsberichten der sächs. Akademie zu Leipzig 1869, S. 96, sowie in den Arbeiten des physiol. Instituts in Leipzig, IV. S. 1. — 14) Schon *Skrebitzki* erhielt so reichliches Leucin. Der Gegenstand ist näher von *Kühne* in *Virchow*'s Archiv Bd. 39, S. 130 verfolgt worden; einen Beitrag lieferte endlich noch *H. Fudakowsky* (Centralblatt 1867, S. 546). — Das Leucin, welches im pankreatischen Safte selbst getroffen wird, rührt von der Umsetzung des in jener Drüsenflüssigkeit befindlichen Albuminates her.

§ 262.

Die Leber der Wirbelthiere und des Menschen[1]), die grösste der mit dem Verdauungskanale verbundenen Drüsen, zeigt unterhalb ihrer bindegewebigen Umhüllung schon für das unbewaffnete Auge durch ihr zusammenhängendes Gefüge eine sonderbare Beschaffenheit. Auch die feinere Analyse lässt sie ganz eigenthümlich unter allen Drüsen des Körpers dastehen.

Beobachtet man die Masse der Leber an der Oberfläche oder auf einem Durchschnitt, so sieht man bei manchen Säugethieren sehr deutlich (ganz besonders schön beim Schwein und auch beim Eisbären) eine Abgrenzung in einzelne Felder, die sogenannten Leberläppchen oder Leberinseln, welche durch schmale Substanzbrücken von einander abgegrenzt sind, und bald im zentralen Theile dunkler rothbraun, sowie in der peripherischen Partie heller gelbbraun sich zeigen, bald umgekehrt aussen dunkel, innen lichter erscheinen, — Differenzen, welche zunächst durch eine ungleiche Blutfülle bedingt sind. Beim Menschen ist diese Abgrenzung an der kindlichen Leber leidlich zu erkennen, sehr verwischt dagegen im Körper des Erwachsenen. Die Grösse der Läppchen kann hier im Mittel zu 2,2^{mm}, an grösseren um ein Drittheil mehr, an kleinen bis zu 1,1^{mm} herab angenommen werden.



Fig. 498. Leberzellen des Menschen; *a* einkernige; *b* eine mit doppeltem Nukleus.

Ein solches Leberläppchen bestehet nun wesentlich aus zahllosen Drüsenzellen und einem sie durchziehenden ungemein entwickelten Gefässnetz, welches im Mittelpunkte zu einem Anfangsästchen der Lebervene sich vereint, während äusserlich Pfortaderzweige und feine Gallengänge die Abgrenzung anzeigen.

Die Leberzellen erscheinen isolirt (Fig. 498), den Labzellen sehr ähnlich, in Gestalt stumpfeckiger Gebilde, deren Form durch die gegenseitige Akkommodation ziemlich unregelmässig ist. Ihre Grösse kann im Mittel auf 0,0226—0,0180^{mm} angenommen werden mit Extremen bis zu 0,0282 und herunter gegen 0,0133^{mm}. Der Kern, länglich rund mit Kernkörperchen, besitzt einen Durchmesser von 0,0056—0,0074^{mm}. Gewöhnlich findet er sich nur

einfach in der Zelle (*a*), nicht selten jedoch auch doppelt (*b*). Die Substanz der Leberzellen ist eine zähflüssige mit mehr oder weniger zahlreich eingebetteten feinen Elementarkörnchen. Eine Zellenmembran fehlt, und das ganze Gebilde zeigt isolirt eine zwar langsame, aber sehr deutliche amöboide Bewegung (*Leuckart*).



Fig. 499. Leberläppchen eines 10jährigen Knaben (Kopie nach *Ecker*) mit dem Querschnitt des zentralen Lebervenenstämmchens.

Daneben kommen häufig noch andere Inhaltsmassen der Leberzelle vor, welche in geringeren Graden normale Erscheinungen bilden, während sie in höheren Stufen meistens dem Pathologischen anheimfallen, nämlich Moleküle eines braunen oder gelbbräunlichen Pigments (Gallenfarbenstoffe) und kleinere oder grössere Fetttröpfchen (Fig. 500). Letztere bilden, namentlich mit kleinen Fettmolekeln, bei saugenden Thieren und Kindern ein normales Phänomen, und können durch Fettfütterung künstlich hervorgerufen werden [2]. Bei hohen Graden vermögen höchst ansehnliche Fettmassen die ganze Zelle zu erfüllen, und ihren Kern vollkommen zu verdecken. Häufig sind hierbei die Zellen vergrössert. Auch bei erwachsenen Menschen, namentlich bei sehr opulenter Ernährung, sind solche Fettlebern gewöhnlichere Vorkommnisse.

Während aber die Leberzelle diese Einbettung des Fettes gut erträgt, so dass sie nach Abgabe jener Moleküle wieder das alte Ansehen gewinnt, gibt es noch eine Fettdegeneration, eine zum Untergang führende krankhafte Verfettung des Elementes.

Eigenthümlich ist ferner die Anordnung der Zellen im Leberläppchen. Jene liegen reihen- und netzförmig mit einander verbunden, ohne jedoch in Wirklichkeit verschmolzen zu sein. Man kann schon an durch Abschaben gewonnenen Leberzellen diese reihenweise Gruppirung oder dieses Zellenbalkennetz vielfach erkennen (Fig. 498), schöner an zarten Schnitten des Läppchens (Fig. 499), wo namentlich in den inneren Partieen eine radienförmige Stellung der Zellenbalken deutlich hervortritt, während sie nach aussen durch zahlreichere netzartige Verbindungen mehr verwischt ist.



Fig. 500. Zellen der Fettleber; *a*, *b* mit kleineren Fettmolekülen und Tröpfchen; *c*. *d* mit grossen Tropfen.

Gewöhnlich findet man in der Leber des Menschen und der Säugethiere die Zellen eines derartigen Balkens in einfacher Reihe und nur an den Knotenpunkten stellenweise gedoppelt; doch treten manche Verschiedenheiten auf.

Diese sogenannten Läppchen, welche jedoch nicht wie die gleich benannten Abtheilungen traubiger Drüsen an einem ausführenden Gange, sondern vielmehr an einem Aestchen der Lebervene sitzen, werden da, wo ihre Abgrenzung scharf ist, wie beim Schweine, durch deutliche bindegewebige Scheidewände von einander getrennt, welche als förmliche Kapseln um die Läppchen isolirt werden können. Dieses bindegewebige Fachwerk stammt einmal von der sogenannten *Glisson*'schen Kapsel, d. h. jener Zellgewebescheide, welche die zur *Porta hepatis* eingetretenen Blutgefässe und Gallengänge umgibt; dann aber auch von der bindegewebigen Umhüllung des ganzen Organs. In der menschlichen Leber ist für den Normalzustand dieses trennende Bindegewebe zwischen

den Läppchen sehr spärlich, während es bei einer eigenthümlichen und interessanten Krankheit des Organs, der sogenannten Lebercirrhose, reichlich wird.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Henle*'s allg. Anat. S. 900 und Eingeweidelehre, S. 184; *Gerlach*'s Handbuch der Gewebelehre, S. 323; *Koelliker*'s Mikr. Anat. Bd. 2. Abth. 2, S. 207 und Gewebelehre 5. Aufl., S. 424; *W. Theile*'s Artikel: »Leber« im Handw. d. Phys. Bd. 2, S. 308; *F. Kiernan* in d. *Phil. Transact.* 1833, 2, *p.* 711; *J. Müller*, Physiologie Bd. 1, 4. Aufl., S. 353 und in s. Archiv 1843, S. 338; *C. L. J. Backer*, *De structura subtiliori hepatis sani et morbosi. Trajecti ad Rh.* 1845. Diss.; *Retzius* in *Müller*'s Archiv 1849, S. 154; *N. Weja* a. d. O. 1851, S. 79; *N. Guillot* in den *Ann. d. sc. nat. Série* 3, *Tome* 9, *p.* 113; *Ecker*'s *Icon. phys.* Taf. 7; *Léreboullet, Sur la structure intime du foie. Paris* 1853; *A. Cramer, Tijdschrift d. nederland maatschappij* 1853, S. 85; *Reichert* im Jahresberichte in *Müller*'s Archiv 1854, S. 76; *Beale* in *Med. Times and Gazette* 1856 (No. 299, 302, 303, 306) und *Phil. Transactions for the year* 1856, 1, *p.* 375, sowie in seinen *Archives of med. Vol.* V, No. 17, *p.* 71 (mit Wiederholung der älteren Ansichten), *H. D. Schmidt* im *American Journ. of the medical science* 1859, *p.* 13; *Mac Gillavry* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 50, Abth. 2, S. 207; *Hering*'s vorzügliche Arbeiten in der gleichen Zeitschrift Bd. 54, Abth. 1, S. 335 und 496, sowie im *Stricker*'schen Werk S. 419; *Eberth* im Archiv *Virchow*'s Bd. 39, S. 70 und *Schultze*'s Bd. 3, S. 423. — 2) *Koelliker* in den Würzb. Verh. Bd. 7, S. 179 und *Frerichs*, Klinik der Leberkrankheiten Bd. 1, S. 286. Man s. auch *Virchow*'s Cellularpathologie 4. Aufl., S. 413. Die Fetteinlagerung beginnt hier aber in der Regel in der Peripherie des Läppchens im Gebiet der von der Pfortader stammenden interlobulären Venenzweige, und schreitet von da auf das Zentrum des Leberläppchens vor. Die Fettmenge kann die enorme Höhe von 78% der wasserfreien Lebersubstanz erreichen (*Frerichs*).

§ 263.

Um den weiteren Bau des Organs zu begreifen, müssen wir zunächst der Anordnung seiner Blutgefässe[1]) gedenken.

Diese Gefässanordnung besitzt bekanntlich die Eigenthümlichkeit, dass durch zweierlei Einflussröhren das Blut eintritt, durch die Leberarterie und die Pfortader, von welchen letztere eine bei weitem grössere Menge Blut führt, während die Arterie viel weniger zur Absonderung der Galle als zur Ernährung des Organs dient. Ihre Aeste laufen mit den Zweigen der Pfortader und der Gallengänge, und vertheilen sich einmal als *Vasa nutrientia* an die Wandungen beider (*Rami vasculares*), theils dringen sie zum serösen Ueberzug der Leber vor (*Rami capsulares*), um hier ein weitmaschiges Kapillarnetz zu bilden. Ihre venösen Abflussröhren senken sich in die Verzweigungen der Pfortader ein, so dass letztere von der Arterie aus injizirt werden können, und umgekehrt beim Einsetzen der Kanüle in die Pfortader die Injektionsmasse zur *Arteria hepatica* vordringt. Endlich senken sich einzelne Zweigelchen, *Rami lobulares*, in den peripherischen Theil des Kapillarnetzes der Leberläppchen ein. Mit letzteren betheiligt sich unser Gefäss wenigstens in Etwas bei der Gallenbereitung[2]).

Fig. 501. Die Kaninchenleber injizirt mit den Pfortaderstämmchen, den *Venae interlobulares*, dem Haargefässnetze und der *Vena intralobularis* im Zentrum der Läppchen.

Die Pfortader, deren Verlauf wir aus der Anatomie als bekannt voraussetzen, bildet mit ihren Endzweigen die sogenannten *Venae interlobulares* von *Kiernan* (*V. periphericae*, *Gerlach*), Stämmchen von 0,0338—0,0451mm, welche bald mehr in Form kürzerer (Mensch) oder längerer (Kaninchen) und dann bogenförmiger Gefässe, bald aber auch, wie namentlich

beim Schwein, in Gestalt vollständiger Ringe die Peripherie des Läppchens umgeben, und nach allen Seiten hin rasch in feinere Aeste oder gleich unmittelbar in Kapillargefässe sich auflösen. Fig. 501 kann von diesem Verhalten eine Vorstellung gewähren, wo der die Mitte durchziehende Pfortaderzweig die *Rami interlobulares* nach beiden Seiten abgibt, welche, die Läppchen begrenzend, schliesslich als Haargefässnetz endigen.

Dieses, eins der ausgebildetsten, welches der Körper besitzt, besteht aus 0,0090, 0,0113 und 0,0126mm weiten Röhren, deren zarte Wand nur schwierig demonstrirt werden kann. Sie bilden ein enges, 0,0226—0,0451mm betragendes Netzwerk, mit Maschen von rundlicher, vier- oder mehr dreieckiger Gestalt, und streben zuletzt in einem, wenn auch undeutlichen radienförmigen Verlaufe gegen den Zentraltheil des Läppchens hin.

In den inneren Theilen des Läppchens bilden die Kapillaren durch raschen Zusammentritt das einfache oder, was häufiger der Fall, die doppelten und dreifachen oder noch zahlreicheren Anfangsästchen des hier gelegenen Lebervenenstämmchens, welches sonach in der Mitte des Läppchens entsteht, eine Weite von 0,0564—0,0677mm (*Gerlach*) besitzt, und von *Kiernan* auf seine Lage hin den Namen der *Vena intralobularis* (*Vena centralis Gerlach*) erhalten hat. Beim Austritt aus dem Läppchen vereinigt sich dies Venenstämmchen bald mit andern zu weiteren Stämmen. Auch diese Stämme sind durch ihre dünnen Wände innig mit dem Parenchym der Leber verwachsen, so dass sie auch nach der Entleerung klaffend bleiben. Indem die Lebervenen klappenlos sind, gelingt die Erfüllung des ganzen Strombezirks mit Injektionsmasse von ihnen aus ebenso leicht, als von der Pfortader her.

Anmerkung: 1) Man s. die Arbeiten von *Kiernan, Gerlach, Theile*. — 2) Ueber diesen Gegenstand herrschen noch Kontroversen. Die im Texte vorgetragene Ansicht, welche ich nach Injektionsversuchen für richtig halte, ist von *Müller* und *Weber* vertheidigt worden, während andere Anatomen, wie *Kiernan*, die *Rami lobulares* der Leberarterie erst in Venenstämmchen übergehen lassen, die in die *Venae periphericae* der Pfortader einmünden sollen. Man vergl. hierzu *J. Müller* in s. Archiv 1843, S. 338; *E. H. Weber* ebendaselbst S. 303; *Theile* l. c. S. 344; *Koelliker* a. a. O. S. 240 und 242; *Gerlach*'s Handbuch S. 343; *Chrzonszczewsky* in *Virchow*'s Archiv B. 35, S. 153.

§ 264.

Die bisher besprochenen Texturverhältnisse unseres Organes lassen sich leicht erkennen, und dürfen als feststehende Erwerbungen betrachtet werden.

Anders ist es dagegen mit einer Reihe weiterer, für die Leber hochwichtiger Anordnungen, wie der Gerüstesubstanz im Innern des Läppchens, mit dem Verhalten der feinsten Gallenbahnen, sowie mit den Anfängen des Lymphsystemes im Drüsenparenchym beschaffen.



Fig. 502. Gerüstesubstanz aus der Leber des Kindes. *a* Homogene Membran mit Kernen; *b* fadenartige Stränge der ersteren; *c* einzelne nach dem Pinseln übrig gebliebene Leberzellen.

Da die beiden Netze, dasjenige der Leberzellenbalken und das der Blutbahn, in naher Berührung sich durchstricken, so hat man vielfach angenommen, dass die Leberzellen in dem Lückensysteme des Kapillarnetzes ganz frei eingebettet seien.

Indessen behandelt man dünne Schnittchen einer passend erhärteten Leber mit dem Pinsel, so bleibt nach Entfernung der Leberzellen in grösster Zierlichkeit ein sehr feines, von homogener Membran gebildetes Netzgerüste zurück, welches den Blutstrom und die Drüsenzellenreihe trennt (Fig. 502). An ihm bemerkt man einmal die

Nuklearformation der Haargefässe, dann noch einzelne kleinere Kerne, welche beim Erwachsenen gewöhnlich nur geschrumpft vorkommen.

An dem Organ des neugebornen Kindes oder eines Fötus aus den letzten Monaten kann man stellenweise jene feine wasserhelle Membran als eine gedoppelte wahrnehmen [1]. Ihre eine Lage entspricht der Kapillarwandung, und hat sich wenigstens theilweise in die bekannten platten Gefässzellen (S. 374) zerlegen lassen [*Eberth* [2]]. Die andere Schicht dagegen begrenzt das Balkenwerk der Drüsenzellen.

Hiernach unterliegt es wohl keinem Zweifel mehr, dass eine dünne homogene Schicht einer bindegewebigen Stützsubstanz (oftmals sogar von äusserster Feinheit) die Zellenreihen umschliesst. Sie geht dann an der Peripherie des Leberläppchens kontinuirlich in das interlobuläre Bindegewebe über, wie man verhältnissmässig leicht erkennt.

So ist denn die lang gesuchte *Membrana propria* der Leberzellen in ihr zu Tage gekommen, und ihr gehört wohl zweifelsohne die zweite kleinere Kernformation an, welche in früherer Zeit reichlicher erscheint, und oft einen deutlichen Zellenkörper erkennen lässt, als ein System von Bindegewebekörperchen.

Während jene beiden Membranen, die bindegewebige Gerüstesubstanz des Drüsentheiles und die Gefässhaut, anfänglich getrennt sich zeigen, glaubt man bei älteren Geschöpfen sie zu einer einzigen Lage verschmolzen zu sehen. Doch kann dieses, wie uns die Anordnung des Lymphstromes lehren wird, nicht wohl der Fall sein.

Man verdankt im Uebrigen die Kenntniss des betreffenden wichtigen Texturverhältnisses zum grossen Theil den Arbeiten *Beale*'s und *E. Wagner*'s [3]).

Anmerkung: 1) Nach *Neumann* (Berliner klinische Wochenschrift 1872, No. 4) enthält das Bindegewebe der fötalen Leber zahlreiche Lymphoidzellen, welche beim neugebornen Kinde zu fehlen scheinen. Der Verfasser möchte sie mit der fötalen Blutzellenbildung in Verbindung bringen. — 2) *Eberth* (*Virchow*'s Archiv Bd. 39, S. 77) gelang es, die Gefässzellen bei Amphibien zu erkennen. Weniger bezeichnende Resultate erhielt er für das Säugethier. — 3) Man s. *Beale* in den *Phil. Trans.* und die *Wagner*'schen Aufsätze im Archiv der Heilkunde 1859, S. 251 und Oesterr. Zeitschrift für prakt. Heilkunde 1861, No. 13. Ebenso behandelt den gleichen Gegenstand die Dissertation von *Engel-Reimers, Explorationes microsc. de tela hepatis conjunctiva. Berolini* 1860. Der Erste, welcher das Gerüste des Leberläppchens darstellte, war wohl *Rainey*, *Quart. Journ. of micr. Science. Vol.* 1, *p.* 231. Weitere Mittheilungen gab dann *His*, Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 10, S. 340. *Henle* (a. a. O. S. 198) behandelt es ebenfalls. Er berichtet, dass ihm Stellen mit reichlichen Kapillarkernen, andere ohne dieselben, vorgekommen seien. Seiner Ansicht nach ist die Leber des Schweins, deren Läppchen, wie wir schon früher erwähnten, durch derbere Bindegewebeplatten von einander getrennt werden, von einer anderen Textur. Im Innern des Läppchens gelang ihm keine Darstellung jenes Gerüstes. Er sieht sich deshalb zu der Annahme genöthigt, dass hier (während beim Menschen die Leberkapillaren eine eigene Wandung besitzen) der Blutstrom einfach durch die Drüsensubstanz begrenzt werde, also in wandungslosen Rinnen des Drüsenparenchym vor sich gehe. Gegen diese angebliche Wandunglosigkeit der Blutkapillaren in der Schweinsleber hat sich dann *Eberth* a. a. O. erhoben. Ebenso weicht seine Schilderung des intralobulären Bindegewebes von der in unserem Texte festgehaltenen ab. Man erkennt nach ihm im günstigsten Falle ein das ganze Läppchen durchziehendes, zartes Netz feiner Fädchen, welches selten Kerne oder Bindegewebezellen führen, und in Bau und Verbreitung ganz an die retikuläre Bindesubstanz der Lymphdrüsen erinnern soll. Doch geht es manchen Thieren (Schwein, Kaninchen, Huhn) völlig ab.

§ 265.

Das Verhalten der feinsten Gallengänge im Innern des Läppchens und ihre Beziehungen zur sezernirenden Zelle bietet einen sehr schwierigen Abschnitt der mikroskopischen Anatomie dar, welcher lange Zeit hindurch bei den unvollkommenen früheren Methoden überhaupt nicht festgestellt werden konnte. So kann es uns denn auch nicht Wunder nehmen, dass die Hypothese hier ein breites

Feld fand, und eine Menge von Ansichten[1]) über jenes Strukturverhältniss entwickelt worden sind, welche sich alle als unrichtig ergeben haben, seitdem es gelungen ist, jene feinsten Gallenwege mit Sicherheit darzuthun. Nach dem Vorgange *Gerlach*'s[2]) ist dieser schöne Fund durch *Budge*[3]), *Andréjevic*[4]) und *Mac Gillavry*[5]) gemacht worden. Ihre Ergebnisse sind sehr ähnliche, und eigene Untersuchungen[6]) sowie der Resultate, welche *Chrzonszczewsky*[7]) mittelst einer eigenthümlichen Methode erhielt, stimmen damit überein. Einen weiteren Fortschritt führten dann die schönen Forschungen *Hering*'s herbei, welche später durch *Eberth*[8]) bestätigt und erweitert wurden. Hinterher entdeckte man dann in verschiedenen traubigen Drüsen ähnliche Verhältnisse, welcher wir schon auf früheren Seiten manchfach zu gedenken hatten (§§ 198, 245, 255 und 261).

In dem uns jetzt beschäftigenden Organe erkennt man leicht (und man war darüber auch schon lange im Reinen), wie die Astsysteme der Gallengänge, zwischen den Leberläppchen, die Pfortaderzweige begleitend, verlaufen. Aus jenen (Fig. 503. 1) entspringen dünnwandige feinere Gallenkanälchen, um die weiteren, zwischen den Läppchen hinziehenden Pfortaderverzweigungen (*b*) mit einem zierlichen Geflechte zu umstricken (*c*).



Fig. 503. Gallenkapillaren der Kaninchenleber. 1 Ein Theil eines Läppchens. *a Vena hepatica*; *b* Pfortaderast; *c* Gallengänge; *d* Kapillaren; *e* Gallenkapillaren. 2 Die Gallenkapillaren (*b*) in ihrem Verhalten zu den Haargefässen der Blutbahn (*a*). 3 Gallenkapillaren in ihrer Anordnung zu den Leberzellen. *a* Kapillaren; *b* Leberzellen; *c* Gallengängchen; *d* Haargefässe der Blutbahn.

Nach einwärts setzen sich nun dieselben in ein das ganze Läppchen mit den zierlichsten Maschen durchziehendes Netzwerk feinster Gänge, die sogenannten Gallenkapillaren (*d*), fort. Dieselben sind Kanälchen von äusserster Feinheit (beim Kaninchen nur 0,0025—0,0018mm messend), welche mit engem Maschensystem (3. *a*) die einzelnen Leberzellen (*b*) umstricken, so dass die Oberfläche einer jeden Leberzelle an der einen und anderen Stelle mit diesem Kanalsystem in Berührung kommt. Die Maschen sind kubisch, daher das Netz in jeder Ansicht nahezu das gleiche Bild darbietend; die Maschenweite (0,0144—0,0201mm im Mittel, Kaninchen) stimmt im Allgemeinen mit dem Durchmesser der Drüsenzelle überein. Das Ganze entfaltet einen Charakter wunderbarer Zierlichkeit, und stellt also ein zwischen die beiden Netze der Blutkapillaren und Zellenbalken eingeschobenes drittes feinstes Netzwerk her.

Man kennt seit Jahren diese Gallenkapillaren von verschiedenen Säugethieren, unter welchen das Kaninchen am geeignetsten erscheint, und hat sie auch hinterher für die drei übrigen Wirbelthierklassen[9]) darzuthun vermocht (*Hering*, *Eberth*).

Besitzen nun diese Gallenkapillaren eine selbstständige Wandung, oder stellen sie nur lakunäre Gänge dar, und in welchem Verhältnisse stehen sie zu den Leberzellen?

Wir glaubten uns schon früher mit *Mac Gillavry* für das erstere Verhalten entscheiden zu müssen. Eine Isolation jener Wandung ist allerdings noch kaum möglich gewesen. Doch dürfte dieses bei der ausserordentlichen Zartheit des Ganzen wenig bedeuten. Dagegen (2) findet eine so eigenthümliche Durchstrickung des Blutkapillarwerkes (*a*) durch das Netzwerk der Gallenkapillaren (*b*) statt, und erscheinen die letzteren an glücklich erfüllten Lokalitäten so regelmässig, dass der

Gedanke an ein Lakunensystem zwischen mit vitaler Kontraktilität versehenen Zellen nicht wohl festzuhalten ist. Ferner erkennt man zuweilen an der Grenze injizirter und nicht gefüllter Stellen, wie die Farbekörnchen der ersteren in den letzteren Theil auslaufen, und hierbei jenes Netzwerk der Gallenkapillaren, noch durch dünne Farbezüge kenntlich, eine Strecke weit sich fortsetzt, dann aber ohne allen farbigen Inhalt im Gewebe um die einzelnen Leberzellen noch vorkommt. Sehr starke Vergrösserungen zeigen uns dabei jenes leere Netzwerk deutlich, und zwar in sehr regelmässiger Art mit durchaus gleich bleibenden Gängen und ohne Erweiterungen in den Knotenpunkten, mit glatten und scharfen Kontouren. Ja es glückt manchmal, einen so dünnen Schnitt zu erhalten, dass ein Balkennetz von Leberzellen in flächenhafter Ausbreitung nahezu das Ganze herstellt, und hier kann mitten auf dem Zellenbalken seiner Axe entlang ein Theil jener Gallenkapillaren hinlaufen, ganz frei und nicht mehr überdeckt von einer anderen Leberzellenreihe. Ein solches Verhalten erklärt sich bei einem von besonderen Wandungen gebildeten Kanal leicht, erscheint dagegen bei einem lakunären Gang kaum begreiflich. Auch *Eberth*, ebenso *Koelliker* erkannten nachträglich die Existenz jener Wandung [10].

Welches ist aber, fragen wir weiter, das Verhalten jener Gallenröhrchen zu den Leberzellen?

Hierüber gingen die Meinungen der kompetentesten Forscher bei der Schwierigkeit des Gegenstandes bis vor Kurzem weit auseinander. Während Manche, wie z. B. schon vor Jahren *Andréjevic*, eine Trennung der Blut- und Gallenkapillaren durch den Körper einer Leberzelle festhielten, so dass also niemals Gallen- und Blutkanälchen sich berühren könnten, glaubte *Mac Gillavry* eine derartige Durchstrickung und Durchflechtung beiderlei Netze annehmen zu müssen, welche die Berührung ihrer Kanäle möglich mache.

Die Entscheidung ist durch die Arbeiten *Hering*'s und *Eberth*'s zu Gunsten ersterer Auffassung erfolgt. Eigene Untersuchungen ergeben das gleiche Resultat.

Doch um hier ein Verständniss zu gewinnen, eignet sich zunächst nicht die komplizirte Säugethierleber, sondern das einfacher gebaute Organ anderer Wirbelthiere, zu welchen wir für den vorliegenden Fall nicht nur Fische und Amphibien, sondern selbst noch die Vögel rechnen müssen.

Wenden wir uns zunächst zu der besonders instruktiven Amphibienleber, so bestehen bei der Ringelnatter die Zellenbalken und Balkennetze des Organs, wie der Querschnitt lehrt (Fig. 504. 1) aus radiär gestellten Drüsenzellen, welche äusserlich von Blutgefässen begrenzt werden, und nach einwärts das feine Gallenkanälchen einschliessen. Das Ganze ist dem Querschnitt einer gewöhnlichen, von einschichtigem Epithel bekleideten röhren-

Fig. 504. Feinste Gallengänge der Leber. 1 Der Ringelnatter (nach *Hering*); 2 des Salamanders (nach *Eberth*); 3 des Kaninchens. *a* Blutgefässe; *b* Leberzellen; *c* Gallenkapillaren.

förmigen Drüse mit sehr engem Lumen zunächst vergleichbar, und jedes Haargefäss wird von dem Gallenkanälchen durch die volle Höhe einer Leberzelle geschieden (*Hering*). Auch das Organ der Batrachier bietet ein ganz ähnliches Verhalten dar. Die Seitenansicht (2) zeigt uns zwischen beiden Reihen der Leberzellen die Axe einnehmend das lange Gallenkanälchen und äusserlich von jenen die Kapillaren der Blutbahn. Geht man mehr nach aussen, so erkennt man etwas weitere Gallengängchen, ausgekleidet von niedrigem Zylinderepithel, welches an die Stelle der Leberzellen getreten ist.

Seitengänge zeigen die Gallenkapillaren bei den niedrigen Wirbelthieren nur spärlich, und blinde Endigungen ersterer (so leicht auch unvollkommene Erfüllung sie vortäuschen wird) scheinen nicht geläugnet werden zu können.

Erst bei den Vögeln gewinnt jenes seitliche Astsystem grössere Entfaltung.

Bei den bisher untersuchten Säugethieren treffen wir es dagegen sprungweise in höchster Ausbildung ganz als jenes ungemein entwickelte Netzwerk von Gallenkapillaren, wie es unsere Fig. 503 darstellte. Hier wird die Oberfläche jeder Leberzelle ein- oder mehrfach von Gallenkapillaren berührt. Doch auch jetzt, auf weit verwickelterem und schwierigerem Terrain, erhält sich der Grundplan des Organs (Fig. 504. 3). Niemals berühren sich Gallenkanälchen (*c*) und Haargefässe (*a*); stets trennt eine ganze Leberzelle oder das Bruchtheil derselben (*b*) Gallen- und Blutstrom. Während bei niederen Vertebraten mehrere Leberzellen ersteren umschlossen, genügt die Berührung weniger und zuletzt nur zweier zur Bildung des feinsten Kanälchens.

Welche Bedeutung hat aber endlich die zarte Wandung der Gallenkapillaren? *Eberth* verweist auf den Saum, welchen die Epithelialzellen in den Endzweigen des Gallenganges darbieten. Wie dieser nach stärkeren Aesten hin sich zum dickeren, von Porenkanälchen durchzogenen gestaltet (dessen wir schon früher (§ 92) erwähnten), so nimmt jenes Zellensekret oder jene »Kutikularbildung« nach einwärts, d. h. in den Gallenkapillaren, grössere Feinheit an, um die Wandung der Gallenkapillaren an der Berührungsstelle der Leberzellen zu bilden [1]).

Anmerkung: 1) Unter den verschiedenen Meinungen gedenken wir zuerst derjenigen, welche der Leber die Struktur einer traubigen Drüse zuschreiben will. Sie ist noch im Jahre 1845 von *C. Krause* vertheidigt worden (*Müller*'s Archiv S. 524). Man vergl. auch noch *Müller* in der 4. Aufl. der Physiologie Bd. 1, S. 357. — Viel mehr vertreten war eine von *Kiernan* (a. a. O. Taf. 23, Fig. 3) ausgegangene Ansicht, nach welcher unser Organ einen netzförmigen Verlauf der feinsten Gallengänge in den Läppchen zeigen soll. Man stellte sich die Sache in doppelter Weise vor. So behauptete *E. H. Weber* (*Müller*'s Archiv 1843, S. 303), dass die Leberzellen reihenweise angeordnet und mit einander zu Röhren verschmolzen seien (also nicht getrennte Zellen darstellten). Von ihnen soll ein höchst entwickeltes Gitter- oder Netzwerk feinster Gallenkanäle gebildet werden, welches auf das Innigste mit dem Blutgefässnetz durchflochten sei, in der Art, dass die Máschen des einen vollkommen von den Röhren des andern Netzwerks erfüllt würden. Ihm stimmten Andere bei, z. B. *Handfield Jones* (*Phil. Transact.* 1846, 4, *p.* 473) und *Hassal* (*Microsc. Anatomy*, *p.* 413). — Andere Forscher wiesen diese supponirte Verschmelzung der Leberzellen ab, und hielten an einer *Membrana propria* fest. Man dachte sich hierbei einmal die Leberzellen epitheliumartig jenes Netzwerk der Gallengänge auskleidend; so *Krukenberg* (*Müller*'s Archiv 1843, S. 318) und *Lereboullet*. — Viel mehr Vertreter hat eine andere weit besser begründete Anschauung gefunden, welche die Leberzellen von den netzförmigen Gallengängen so umschlossen sein lässt, dass jene (in einfacher oder auch mehrfacher Reihe) eine solide Axe des Ganges herstellen. *Theile*, *Backer*, *Leidy* (*American Journal of medical Sciences* 1848, *Jan.*), *Retzius*, *Weja*, *Cramer* vertreten diesen Bau. Unter den Neueren hat dann namentlich *Beale* diese Auffassung genauer zu begründen versucht, ebenso *E. Wagner*. Auch *Koelliker* (Gewebelehre 4. Aufl., S. 464) war ihr beigetreten. Und, man darf nicht verkennen, die Ergebnisse der Entwicklungsgeschichte (*Remak*) schienen ihr eine weitere Stütze zu verleihen. — Noch einer dritten, gleichfalls von manchen Seiten adoptirten Ansicht haben wir zu gedenken, welche zuerst *Henle* ausgesprochen (und bis jezt noch vertreten) hat. Nach ihr sind die Anfänge der gallenabführenden Wege nicht mit Wandungen versehene Kanäle, sondern wandungslose Rinnen zwischen den Reihen und Gruppen der Leberzellen, sogenannte Interzellularräume, an welche sich dann erst feine mit einer Wand begabte Röhrchen ansetzen, durch deren Zusammenstoss die interlobulären Gänge entstehen.

Guillot, *Handfield Jones* (*Phil. Transact.* 1849, 1, *p.* 109), *Gerlach*, *Hyrtl*, *Ecker* u. A. schlossen sich dieser Ansicht im Allgemeinen an. Auch *Leydig* und *Reichert* (s. noch dessen Notiz in seinem und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1859, S. 656) können wohl hierher gerechnet werden. — 2) S. dessen bekanntes Werk S. 332 und die schöne Abbildung bei *Ecker*, Taf. 7 Fig. 8. — 3) *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1859, S. 642. — 4) Wiener Sitzungsberichte Bd. 43, Abth. 2, S. 379. — 5) a. a. O. — 6) *G. Irminger* und *Frey* in der Ztschr. f. wissensch. Zoologie Bd. 16, S. 208 und die Dissertation des Ersteren, Beiträge zur Kenntniss der Gallenwege in der Leber des Säugethiers. Zürich 1865. — 7) *Chrzonszczewsky* (Centralblatt für die med. Wiss. 1864, S. 593) injizirte indigschwefelsaures Natron in die Jugularvene des lebenden Hundes, und fixirte hinterher die Farbe durch Chlorkalium und absoluten Alkohol. Es ergaben sich die nämlichen Netze der Gallenkapillaren. Man s. die Abbildungen in *Virchow*'s Archiv Bd. 35. — 8) *l. l. c. c.* Pathologisch ausgedehnte Gallenkapillaren des Menschen beschrieben *O. Wyss* (*Virchow*'s Archiv Bd. 35, S. 553) und *Biesiadecki* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 55, Abth. 1, S. 655). — 9) *Hyrtl* erkannte vorher schon die Gallenkapillaren des Frosches (Wiener Sitzungsberichte Bd. 49, Abth. 1, S. 172). — 10) *Hering* läugnet dagegen noch heute jene selbstständige Begrenzung der Gallenkapillaren, und *Reichert* (in seinem und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1866, S. 734) möchte sogar das Netzwerk jener nur für eine Extravasatbildung ausgeben. — Dass die Gallenkapillaren beim Kaninchen auch im nicht injizirten Zustande durch sehr starke Vergrösserungen sichtbar gemacht werden können, habe ich in der *Irminger*'schen Arbeit angegeben, und Fig. 5 gezeichnet. Auch *Mac Gillavry*'s Fig. 4 stellt dieses deutlich dar. *Koelliker* nun bestätigt dieses später (Gewebelehre S. 437), hält sich aber in ganz unbegreiflicher Weise für den Entdecker. Auch *Hering* wiederholt den Irrthum. — 11) *Eberth* glaubt, durch die Versilberungsmethode eine doppelt kontourirte Wandung der Gallenkapillaren der nackten Amphibien und Säugethiere dargethan zu haben, während dieselbe bei den beschuppten Amphibien und Vögeln zu einer sehr feinen, schwierig nachweisbaren Lage sich gestalten und bei Fischen endlich vollkommen fehlen soll. Die *Eberth*'sche Deutung der Wand der Gallenkapillaren scheitert aber an demjenigen, was die Beobachtung der feinsten Sekretionskanälchen in den traubigen Drüsen darbot. — Ueber die genauere Anordnung der Gallenkapillaren und Leberzellen handeln auführlicher *Hering* und *Koelliker* (*l. l. c. c.*).

§ 266.

Es sind uns nur noch die grösseren Gallengänge, die Lymphgefässe und Nerven des Organs übrig geblieben.

Die Gallengänge, welche in ihrem Verlaufe und ihrem Zusammentreten zu stärkeren Kanälen den Pfortaderverästelungen so ziemlich gleich sich verhalten, zeigen von dem im vorhergehenden § beschriebenen *Ductus interlobularis* an zunächst noch eine homogene Membran und einen Epithelialüberzug kleiner niedrigerer Zellen. In weiteren Stämmen erscheint statt der homogenen Wandung eine bindegewebige und ein Zylinderepithelium längerer Zellen, welche an ihrer Oberfläche einen mehr und mehr hervortretenden und zuletzt deutlich von Porenkanälen durchzogenen Saum erkennen lassen. In den grössten, aus dem Parenchym der Leber herausgetretenen Endgängen bemerkt man eine Schleimhaut und eine äussere Faserlage. Hier wollte man früher einzelne längsgerichtete kontraktile Faserzellen gefunden haben, was sich später nicht bestätigte.



Fig. 505. *a* Gallengangdrüse des Menschen aus dem Lebergang; *b* Zweig aus dem injizirten Gallengangnetz der *Fossa transversa* (nach *Henle*).

In der Gallenblase treffen wir eine aus alternirenden Bindegewebelagen und Schichten sich durchkreuzender glatter Muskelbündel bestehende Wandung (*Henle*). Die Schleimhaut zeigt ein zierliches netzförmiges Faltensystem, und trägt den gleichen Ueberzug gekernter Zylinderzellen [2]), wie im Dünndarm. Und in der That kommt ihnen die gleiche Fähigkeit zur Fettresorption zu [3]).

Die Gallenwege besitzen zahlreiche Gruben und traubige Drüschen. Erstere kommen den stärkeren Kanälen, dem *Ductus choledochus, cysticus* und dem Lebergang mit seinen gröberen Zweigen zu, und stehen theils regellos, theils in Reihen. Die traubenförmigen Schleimdrüschen sind in der Gallenblase und dem unteren Theile des Blasenganges selten, treten dagegen im oberen Theile jenes Kanales auf, ebenso im *Ductus choledochus* und *hepaticus* (Fig. 505. *a*). In den weiteren Verästelungen des letzteren, bis zu Kanälen von 0,7^{mm} Quermesser, stehen dann vereinfachtere blindsackige Bildungen, theils von mehr schlauchartiger, theils mehr flaschenförmiger Gestalt. Auch an dem in der Querfurche der Leber befindlichen Netze feinerer Gallengänge kommen sie vor (*b*), ebenso an denjenigen, welche um die grösseren Pfortaderäste innerhalb ihrer Scheiden gelegen sind, sowie an den kleinen Gängen, welche von den in den Längsfurchen des Organs befindlichen Zweigen seitwärts abgegeben werden [4]). Man hat jene Anhänge theils als unentwickelte Schleimdrüsen, theils (und zwar in der Regel) als blinde Anhänge jener Kanäle, als kleine Gallenbehälter betrachtet (*Beale, Koelliker, Riess*). In letzterer Auffassung würden sie zu den sogenannten *Vasa aberrantia* [*E. H. Weber* [5])] zählen. Man versteht darunter Gänge von 0,02—0,7^{mm} Weite, welche, aus der Lebersubstanz hervorgetreten, in einem bindegewebigen Stroma sich verzweigen. Sie finden sich im *Ligamentum triangulare sinistrum* und in der bindegewebigen Brücke über der unteren Hohlvene. Sie stellen theils Netze her, theils enden sie blind mit kolbigen Anschwellungen.

Die zahlreichen Lymphgefässe der Leber bestehen aus einem oberflächlichen und mit diesem kommunizirenden tieferen Theile.

Erstere, in der unteren Schicht des Peritonealüberzuges gelegen, bilden beim Menschen ein entwickeltes ungeschichtetes Netzwerk feinerer Kanäle, deren stärkere abführende Gefässe nach verschiedenen Richtungen hin ziehen. Die vom konvexen Theil des Organes wenden sich nach den Leberbändern, um erst in der Brusthöhle in Lymphknoten sich einzusenken, während die von der unteren Leberfläche stammenden in der Nähe der Leberpforte und Gallenblase in Lymphdrüsen einmünden.

Was die tieferen Lymphgefässe betrifft, so treten diese mit der Pfortader, der Leberarterie und den Gallengängen in das Organinnere, umhüllt von der bindegewebigen Fortsetzung der sogenannten *Glisson*'schen Kapsel, und allen Theilungen jener Kanäle folgend. Sie umstricken dabei mit einem zierlichen Geflechte die Gefäss- und Gallengangäste, und gelangen mit diesen schliesslich an die Peripherie der Läppchen, immer noch wahre Gefässe darstellend. Hier nun — entweder als solche oder vorher erst zu interlobulären lakunenartigen Kanälen geworden — setzen sie sich fort in ein sehr merkwürdiges, das ganze Läppchen durchstrickendes Netzwerk lymphatischer Gänge. Alle Kapillaren der Blutbahn werden nämlich von einem Lymphstrom umscheidet, dessen Aussenwand wohl unzweifelhaft die zarte bindegewebige Gerüstemembran der Zellenbalken bildet, so dass die einzelnen Zellen eines derartigen Balkens mit einem Theile ihrer Oberfläche an den intralobulären Lymphstrom angrenzen. Man verdankt die Entdeckung dieser perivaskulären Lymphräume (§ 207) *Mac Gillavry*. Eigene Untersuchungen bestätigten die Thatsache, und auch für den Menschen gelang später *Biesiadecky* [6]) der Nachweis. Sehr leicht erfolgen im Uebrigen bei unvorsichtiger Injektion der Gallenkapillaren von letzteren aus Einbrüche in das lymphatische Gangwerk, die sicher von dem einen oder andern Beobachter für Gallennetze genommen worden sind.

Die Nerven der Leber, meistens vom *Plexus coeliacus* stammend und aus

Remak'schen sowie dunklen, feinen und einzelnen breiten Fasern bestehend, verbreiten sich an die Gallenwege, an die Leberarterie und ihre Ramifikationen bis zu den interlobulären Aesten, an die Pfortader, Lebervene und den Ueberzug des Organs [*Koelliker* [7])]. Ihre Endigung ist noch völlig dunkel [8]).

Anmerkung: 1) Ueber die Muskulatur der Gallenwege s. man *Koelliker* in der Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. 1, S. 61; *Tobien, De glandularum ductibus efferentibus. Dorpati* 1853. *Diss.*; *Henle*'s Eingeweidelehre, S. 215, 218 und *Eberth* in der erstgenannten Zeitschr. Bd. 12, S. 362. — 2) *Virchow* in s. Archiv Bd. 1, S. 311 und Bd. 3, S. 236; *Henle* a. a. O. S. 216. — 3) Wie wir schon oben bemerkten, kommt einige Stunden nach reichlicher Milchaufnahme eine physiologische Fettleber saugender Thiere vor. Etwas später, als die Fettmoleküle in der Drüsenzelle erscheinen, bemerkt man das Epithel der grossen Gallengänge und der Blase in dem gleichen Zustande der Fettresorption, wie ihn die Zottenepithelien darbieten (vgl. S. 506). Es kommt also so zu einer nochmaligen Resorption des Fettes. Man vergl. *Virchow* in s. Archiv Bd. 11, S. 574. — 4) Ueber diese sogenannten Gallengangdrüsen vergl. man *Theile* a. a. O. S. 349; *Wedl* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 5, S. 480; *Luschka* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R. Bd. 4, S. 189; *Beale* in d. *Phil. Transact. l. c. p.* 386; *L. Riess* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1863, S. 473; *Henle*'s Eingeweidelehre, S. 202. — 5) *E. H. Weber* in *Müller*'s Archiv 1843, S. 308; *Kiernan l. c. p.* 742; *Beale l. c. p.* 386; *Theile l. c.* S. 351; *Henle*'s Eingeweidelehre S. 206. — 6) a. a. O. S. 662. Auch *J. Kisselew* (Centralblatt für die med. Wiss. 1869, S. 147) gelangte zu dem gleichen Ergebnisse. — Ueber die Anordnung der Lymphgefässe ist das *Teichmann*'sche Werk S. 92 und *Wedl* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 64, Abth. 1, S. 400, Gefässe der Leberkapsel) noch zu erwähnen. — 7) S. dessen Mikrosk. Anat. S. 241. — 8) Nach *Pflüger* (in seinem Archiv Bd. 2, S. 190 — wozu noch Bd. 4, S. 50 zu vergleichen ist) sollen allerdings wie in der Unterkieferdrüse die Nervenfasern mit den Leber- und Epithelialzellen der ausführenden Gänge im Zusammenhang stehen. Ich habe niemals etwas derartiges zu sehen vermocht, und berufe mich auch noch auf *Hering* (*Stricker*'s Handbuch S. 452).

§ 267.

Was die Mischungsverhältnisse [1]) betrifft, so ergeben die älteren gröberen Untersuchungen des ganzen Organs (dessen spezifische Schwere *Krause* und *Fischer* zu 1,057 bestimmten) neben Wasser (einige 70% beim Menschen) lösliches Eiweiss, geronnene Proteinkörper, leimgebende Substanz, Fette, extraktive Materien, sowie Mineralbestandtheile (etwa 1%).

Zu ihnen sind eine Reihe interessanter Umsetzungsprodukte des Organs hinzugekommen. Bisher kennt man: Glykogen, Traubenzucker, Inosit beim Ochsen [2]), Milchsäure [3]), Harnsäure [4]), Hypoxanthin [5]), Xanthin [6]), sowie Harnstoff [7]). Kreatin und Kreatinin hat man im Organe vermisst; ebenso Leucin und Tyrosin, von welchen das erstere höchstens spurweise in der gesunden Leber [8]) vorkommt (§ 31 und § 32). Als pathologischer Bestandtheil ist Cystin [9]) zu nennen.

Alle die betreffenden Stoffe fehlen der Galle, und kehren also in die Blutbahn zurück.

Als Mineralbestandtheile werden angeführt: phosphorsaure Alkalien (reichlich und mit Ueberwiegen des Kalisalzes), phosphorsaurer Kalk und Magnesia, Chloralkalien, schwefelsaure Salze (spärlich), Eisen, Spuren von Kieselerde, Mangan und Kupfer (S. 64).

Genauere Prüfungen lehren, dass das lebendige Lebergewebe bei geringerer Konsistenz eine alkalische, das abgestorbene dagegen eine saure Reaktion besitzt [10]).

Das Drüsenelement, die Leberzelle, führt ein eiweissreiches Protoplasma und dabei häufig Glykogen. Letzteres ist nicht in Gestalt feiner Körnchen (*Schiff*), sondern diffus in dem Zellenkörper enthalten [*Bock* & *Hoffmann* [11])]. Das Glykogen soll aus unserer Drüsenzelle bei den hungernden Thieren verschwinden. Im Pflanzenreiche fehlend, ebenso im Blute, muss das Glykogen als Produkt des Zellenlebens betrachtet werden. Durch die Wirkung eines gleichfalls der Zelle angehörigen Fermentkörpers geht jene Substanz durch die Zwischenstufe von Dex-

trin[12]) über in Traubenzucker[13]). Die Menge desselben ist in der lebendigen Zelle eine so minimale, dass der Nachweis verunglückt[14]), wird dagegen nach dem Tode plötzlich beträchtlich höher. Daneben kommt Fett und wenigstens häufig in Gestalt von Körnchen Gallenfarbestoff dem Drüsenelement zu. Ausserdem erzeugt aber die Leberzelle noch einige andere für die Galle hochwichtige Substanzen, wie die nachfolgende Betrachtung dieses Sekretes lehren wird. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Bildung des Glykogen und gewisser Gallenbestandtheile nur Glieder eines und desselben chemischen Zersetzungsprozesses darstellen[15]).

Die Fette des Lebergewebes harren noch einer genaueren Untersuchung.

Anmerkung: 1) *Bibra*, Chemische Fragmente über die Leber und Galle. Braunschweig 1849 und *Oidtman*, Die anorganischen Bestandtheile der Leber und Milz. Linnich 1858; *Gorup's* physiol. Chemie S. 653; *Kühne's* Lehrbuch S. 60. — 2) *Cloëtta* in der Vierteljahrschr. d. naturf. Ges. in Zürich Bd. 1, S. 222; *Almén* in *Erdmann's* Journal Bd. 96, S. 98. — 3) *Gorup* in den Annalen Bd. 98, S. 1; *Bibra* a. a. O. S. 36. Nach ersterem Chemiker kommen auch flüchtige Fettsäuren der Gruppe $C_nH_{2n}O_2$ vor. — 4) *Scherer* in *Virchow's* Archiv Bd. 10, S. 228; *Cloëtta* a. a. O. (Ochsenleber). Reich an Harnsäure ist die Vogelleber, wie *Meissner* (*Henle's* und *Pfeufer's* Zeitschrift, 3. R. Bd. 31, S. 151) fand. — 5) *Scherer*, Annalen Bd. 112, S. 257. — 6) *Scherer* in d. Annalen Bd. 107, S. 314; *Staedeler* in der gleichen Zeitschr. Bd. 116, S. 106; *A. Almén*, Vierteljahrschr. d. naturf. Ges. in Zürich Bd. 6, S. 285. — 7) *Meissner* a. a. O. S. 234. Der Entdecker des Harnstoffgehaltes der Leber ist *Heynsius* (*Nederl. Tijdschr. for Geneeskunde* 1859). *Meissner*, welcher die Entstehung des Harnstoffes aus dem Muskelkreatin auf das Energischste bekämpft, nimmt an, dass der Harnstoff des Säugethiers vorwiegend in der Leber gebildet werde, indem durch die Gallensäuren die rothen Blutkörperchen eine Zerstörung erleiden, und in jenen stickstoffreichen Körper und das Nfreie Glykogen zerfallen. Ein anderer kleinerer Theil des Harnstoffs würde auf den übrigen Gewebeumsatz zu beziehen sein, dessen frühere Glieder Guanin, Hypoxanthin, Xanthin und Harnsäure wären. Ueber den Harnstoff der normalen Hundeleber s. man *R. Gscheidlen*, Studien über den Ursprung des Harnstoffs im Thierkörper. Leipzig 1871, und über pathologisches Erscheinen von Harnstoff vergl. man die Dissertation von *Neukomm*. Ueber das Vorkommen von Leucin im menschlichen Körper bei Krankheiten. Zürich 1859. — 8) Das regelmäsige Vorkommen des Leucin in der Säugethierleber behauptet *S. Radziejewsky* (*Virchow's* Archiv Bd. 36, S. 1). — 9) *Scherer*, s. Note 4. — 10) *Kühne* a. a. O. S. 62. — 11) Nach *Schiff* (Archiv f. physiol. Heilkunde, N. F. Bd. 1, S. 264 und *Comptes rendus, Tome* 48, *p.* 880) ebenso *Bernard* (gleiche Zeitschr. *p.* 673 und 884) soll das Glykogen Moleküle im Körper der Leberzellen bilden. S. die Arbeit der letzten Verfasser in *Virchow's* Archiv Bd. 56, S. 206. Ueber den Glykogengehalt der Hühnerleber handelt *M. Tscherinoff* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 51, Abth. 2, S. 412 und Centralblatt 1867, S. 65). — 12) *Limpricht* fand es in manchen Pferdelebern (Annalen Bd. 133, S. 292). — 13) Indessen auch die gewöhnlichen Zuckerfermente, ebenso Speichel und pankreatischer Saft, bewirken diesen Uebergang. Dass es sich wirklich um Traubenzucker handelt, haben *Berthelot* und *de Luca* (*Gaz. méd. de Paris* 1859, *No.* 41) durch Herstellung der bezeichnenden Kochsalzverbindung bewiesen. — 14) *Pavy* (Untersuchungen über *Diabetes mellitus etc.* Uebersetzt von *W. Langenbeck*. Göttingen 1864). *Ritter* (Centralblatt 1864, S. 845, 1865. S. 358, 1866, S. 548 und 1867, S. 65, sowie *Henle's* und *Pfeufer's* Zeitschr. 3. R. Bd. 24, S. 65); *Schiff* (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, Tome* 3, *p.* 354); *A. Eulenburg* (Berliner klinische Wochenschrift 1867, No. 41), *Meissner* (*Henle's* und *Pfeufer's* Zeitschr. 3. R. Bd. 31, S. 278) läugnen das Vorkommen des Traubenzuckers in der lebendigen Leber. — 15) Man hat sich bemüht, die Leber in einen zuckerbildenden Theil, die Leberzellen, und einen galleliefernden, die blindsackigen Anhänge der interlobulären Gallenwege, zu zerlegen. *Morel, Précis dhistol.* 1860, *p.* 91; *Henle* in den Göttinger Nachrichten 1861, No. 20 und Eingeweidelehre S. 210. — Eine postmortale Gallenbildung, welche *Schmulewitsch* für die Kaninchenleber behauptet hat, kommt nicht vor (s. *Pflüger* in s. Arch. Bd. 4, S. 54).

§ 268.

Die Galle[1]), ein höchst zersetzliches Sekret, erscheint unmittelbar aus dem Lebergewebe abfliessend als eine klare, ziemlich dünne Flüssigkeit von alkalischer Reaktion, einem bald röthlichgelblichen (Fleischfresser), bald grünlichen (Pflanzenfresser) Kolorit (welches unter Einwirkung der Luft immer grün wird), einem süsslich bitteren Geschmack mit bitterer Nachwirkung. Bei dem Verweilen in der

Gallenblase ändert sich schon die Mischung; Alkaleszenz tritt stärker hervor, Schleim mischt sich zu, die Farbe wird dunkelbraun und die Konzentration eine höhere. Das spezifische Gewicht der Menschengalle wird zu 1,026—1,032 angenommen.

In formeller Hinsicht zeigt sich unsere Flüssigkeit ursprünglich ganz homogen, ohne Körnchen und Fetttröpfchen; ebenso fehlen Leberzellen gänzlich, wie es denn auch die Enge der feinsten Gallenkanälchen nicht anders gestattet.

Die wesentlichsten und wichtigsten Bestandtheile der Galle sind die Natronverbindungen zweier eigenthümlicher Säuren und die Farbestoffe.

Von jenen beiden Säuren, der sogenannten Glykochol- und Taurocholsäure, war schon früher (§ 27) die Rede. Da sie im Blute fehlen, müssen wir sie als Erzeugnisse der Leberzelle betrachten. Ihre Entstehung ist aber zur Zeit noch völlig dunkel.

Ueber die färbenden Materien der Galle herrschte lange Zeit hindurch ebenfalls die grösste Unsicherheit. Erst die schönen Untersuchungen *Staedeler*'s, welcher wir schon S. 54 zu gedenken hatten, brachten einen nachhaltigen Fortschritt. Frische Galle scheint von den durch jenen Chemiker gefundenen Farbestoffen nur zwei zu enthalten, nämlich den rothen, wesentlicheren, das Bilirubin, und das grüne Biliverdin.



Fig. 506. Krystalle des Bilirubin, aus Schwefelkohlenstoff abgeschieden.

Das Bilirubin (Fig. 506) kann man der schwach angesäuerten Galle durch Schütteln mit Chloroform entziehen. Seine nahe Verwandtschaft mit dem Blutroth und seine Entstehung aus dem Pigment untergehender Blutzellen im Leberparenchym kann nicht füglich bezweifelt werden. Doch waren wir genöthigt uns gegen seine Identität zu erklären (S. 54). Auch die eigenthümliche wetzsteinartige Krystallform unseres Gallenfarbestoffes scheint dagegen zu sprechen [2]).

Sehr kleine Krystallisationen des Bilirubin in Form unregelmässiger, zuweilen stengelartiger Massen können in der Substanz der Leberzelle vorkommen.

Interessant ist endlich noch das gewaltige, von *Staedeler* erkannte Tinktionsvermögen unseres Farbestoffes. Noch in millionenfacher Verdünnung färbt er eine zweizöllige Flüssigkeitsschicht deutlich gelblich. Geringe Quantitäten im Blute bei gelbsüchtigen Leiden werden also der Haut und Konjunktiva das gelbe Kolorit verleihen können.

Der Farbestoff frischer grünlicher Galle ist wohl das nahe verwandte Biliverdin, wie es denn auch beim Grünwerden anders gefärbter Galle entsteht. Seine Lösungen in Alkalien werden allmählich braun.

In der zersetzten faulenden Galle kommt als brauner, durch Säuren grün werdender Farbestoff wohl das Biliprasin vor.

Ueber die Art der Umwandlung der verschiedenen Farbestoffe ist schon § 37 das Nöthige bemerkt worden.

Hinterher ist noch als ein neuer, auch im Harn aufgefundener Farbestoff *Jaffe*'s Urobilin hinzugekommen (§ 53).

Zu jenen Bestandtheilen kommen noch Neutralfette, fettsaure Alkalien, Lecithin mit seinen beiden Zersetzungsprodukten, der Glycerinphosphorsäure, dem Cholin oder Neurin (§ 20 und 33) [3]), das Cholestearin (S. 30), Harnstoff [4]) und Mineralbestandtheile [5]). Letztere sind besonders Chlornatrium, etwas kohlensaures und phosphorsaures Natron, phosphorsaure Kalk- und Talkerde, sowie Spuren von Eisen, Kupfer und Mangan (S. 64). — Schwefelsaure Salze fehlen in der frischen Galle, bilden sich aber beim Einäschern und bei der Fäulniss aus dem schwefelhaltigen Taurin (S. 50).

An Gasen zeigt die (Hunde-) Galle spärlich Sauerstoff, reichliche Kohlensäure und endlich Stickstoff [*Pflüger* [6]].

Die Mengenverhältnisse dieser Substanzen gestalten sich im Allgemeinen höher als bei den andern Verdauungsflüssigkeiten, unterliegen aber an sich einem Wechsel, und werden durch das Verweilen der Galle in der Blase und den hier durch Resorption entstehenden Wasserverlust indirekt gesteigert. So gibt man der menschlichen Galle im Ganzen 9—17% fester Bestandtheile (*Frerichs, Gorup*). Die Ochsengalle enthält 7—11%; die frisch aus der Leber stammende der Hunde, Katzen und Schafe aber nur etwa 5% (*Bidder* und *Schmidt*); noch viel wasserreicher ist die Galle des Meerschweinchens. Die organischen Bestandtheile menschlicher Galle betragen nach *Frerichs* etwa 87, nach *Gorup* 93,6% des ganzen Rückstandes, und darunter erscheinen in bei weitem überwiegender Menge die Natronverbindungen der beiden Gallensäuren, während die Menge der Fette und des Cholesterin eine viel untergeordnetere ist. Die Quantität der Mineralbestandtheile beträgt nach *Gorup* 6,14% des festen Rückstandes.

Die Absonderung der Galle erfolgt unter gewöhnlichen Lebensverhältnissen beständig, unterliegt aber ansehnlichen Schwankungen. Sie ist einmal von der Ernährung abhängig, geschieht am reichlichsten bei einer aus Fleisch und Fett gemengten Nahrung, spärlicher bei reiner Fleischfütterung und in noch geringerer Menge bei Fettfütterung [7]). Auch Wasser steigert ihre Menge. Ebenso kommt nach der Nahrungsaufnahme eine über eine längere Stundenreihe sich steigernde Absonderung vor.

Die 24stündige Gallenmenge ist bei verschiedenen Säugethieren wechselnd, im Uebrigen bei einem und demselben Säugethier von jedem Beobachter different erhalten worden. Man hat nach sehr unsicheren Voraussetzungen für den reifen menschlichen Körper als tägliche Quantität 1000—1800 Grms annehmen wollen [8]).

Was die Bedeutung der Galle beim Verdauungsprozess betrifft, so besitzt dieselbe keine fermentirenden Einwirkungen auf Albuminate, fällt dagegen die in saurer Lösung befindlichen (sei es verdauten, sei es unverdauten) Eiweisskörper, ebenso das Pepsin. Ob sie Stärke in Zucker verwandeln kann, steht anhin. Sie verseift freie Fettsäuren, emulsirt Fette, und befördert deren Durchtritt durch die Darmzotten [*Bidder* und *Schmidt, Wistinghausen* [9]].

Im Uebrigen haben *Bidder* und *Schmidt* gezeigt, wie der grösste Theil der Galle, und zwar fast alles Wasser, sowie etwa $^7/_8$ der festen Bestandtheile, durch Resorption vom Darme aus wieder in die Blutbahn zurückkehrt. Die weiteren Umänderungen der Gallenbestandtheile in der Blutmasse kennt man noch nicht näher. Durch den Darm gehen die veränderten Gallenpigmente, ein kleiner Theil des Cholestearin und zuweilen etwas Taurin [10]) fort. Ebenso treffen wir Zersetzungsprodukte der Cholsäure, nämlich Choloidinsäure und Dyslysin. Auch Neurin und Glycerinphosphorsäure — wir erwähnten es schon — besitzen die Natur der Zersetzungsprodukte [11]).

Die Entstehung der Leber, über welche wir durch *Remak* [12]) wichtige Aufschlüsse erhalten haben, obgleich noch grosse Lücken vorliegen, geschieht sehr frühe in Form zweier hohler Blindschläuche, gebildet von Zellen des sogenannten Drüsenblattes, welche äusserlich von einer faserig sich gestaltenden Hülle, der ausgestülpten Darmwandung, überzogen werden. Die inneren Zellen dieser »primitiven Lebergänge« bilden unter Vermehrung solide zylindrische Gruppirungen, »Leberzylinder«, welche in die äussere Umhüllungsschicht durch Wachsthum vordringen, und sich dabei theilen, sowie netzförmig verzweigen. Die zwischen dem Netzwerk der Leberzylinder befindlichen Zellen der ursprünglich äusseren umhüllenden Lage wandeln sich zu Bindegewebe, Gefässen und Nerven um, während in den Zellen der Leberzylinder die sezernirenden Drüsenelemente gegeben sind. In früher Embryonalzeit enthält nach der interessanten Entdeckung von *Bernard* [13]) die Leber kein Glykogen, während dieses in der Plazenta, den Epidermoidalzellen

und Epithelien des Darmkanals, sowie den Gängen der von ihnen entstandenen Drüsen, ebenso den Muskeln (§ 170) vorkommt. Mit der Ausbildung der Leber beginnt dann ein Verschwinden des Glykogen; hier bald früher, dort bald später und bis zur Geburt sich erstreckend.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Kühne*, physiol. Chemie S. 69, das *Gorup*'sche Werk S. 466 und die älteren Zusammenstellungen in *Lehmann*'s phys. Chemie Bd. 2, S. 51 und Zoochemie S. 38; ferner *Gorup*, Untersuchungen über Galle. Erlangen 1846; *Mulder*, Untersuchungen über die Galle. Frankfurt 1847; *Strecker* in den Annalen Bd. 70, S. 149; *Frerichs*' Artikel: »Verdauung« a. a. O. S. 826; *Bidder* und *Schmidt*, Verdauungssäfte S. 98, sowie die Dorpater Dissertationen von *Stackmann*, *Quaestiones de bilis copia accuratius definienda* 1849, *Lenz*, *De adipis concoctione et absorptione* 1850 (Annalen Bd. 79, S. 328) und *Schellbach*, *De bilis functione, ope fistulae vesicae felleae indagata* 1850 (Annalen Bd. 79, S. 290); *Nasse*, *Commentatio de bilis quotidie a cane secreta copia. Marburgi* 1851. *Progr.*; *F. Arnold*, Zur Physiologie der Galle. Mannheim 1854; *Koelliker* und *H. Müller*, Bericht über das Würzburger physiol. Institut (Würzb. Verhandl. Bd. 5, S. 221), 2ter Bericht (Bd. 6, S. 4); *Friedländer* und *Barisch* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1860, S. 646; *J. F. Ritter*, Einige Versuche über die Abhängigkeit der Absonderungsgrösse der Galle von der Nahrung. Marburg 1862. — 2) Dasjenige, was man früher Biliphaein oder Cholepyrrhin genannt, war, wie wir schon S. 54 erwähnten, Bilirubin. Die Krystalle des Cholepyrrhin mit Chloroform gewann *Valentiner* (in *Günzburg*'s Zeitschr. f. klinische Med. Dez. 1858, Bd. 9, S. 46). Man s. dann noch *Brücke* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 35, S. 13. *Jaffé*, *De bilis pigmentorum genesi. Berolini* 1862. *Diss.*, gibt an, aus dem Hämatoidin apoplektischer Narben des Gehirns einen dem Bilirubin höchst ähnlichen oder identischen Körper mit der bekannten Gallenfarbestoffreaktion erhalten zu haben. Auch das Bilifulvin von *Virchow*, welches, in stagnirender Galle in unregelmässigen Stäbchen, wurst- und knollenartigen Massen auskrystallisirt, ist mit dem Bilirubin identisch (s. dessen Archiv Bd. 1, S. 427). — Eine neue Arbeit über Gallenfarbestoffe bringt *Maly* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 57, Abth. 2, S. 95). — 3) Schon S. 29 haben wir der Spaltungsprodukte dieses Körpers, nämlich der Palmitin- und Oelsäure, der Glycerinphosphorsäure und des Cholin oder Neurin gedacht, einer für die Mischungsverhältnisse der Galle wichtigen Thatsache. Das Cholin fand sich in der Galle des Schweins und Ochsen, die Glycerinphosphorsäure bei ersterem Thiere. Palmitin- und Oelsäure endlich können die Menge des Gallenfetts vermehren. — 4) *Popp* (Annalen Bd. 156, S. 88) fand diesen Körper in der Galle des Ochsen und wohl auch des Schweins. — 5) *Frerichs* (Hannover'sche Annalen Bd. 5, Heft 1 und 2) erhielt circa 14% fester Bestandtheile; *Gorup* (a. a. O. und Prager Vierteljahrschrift von 1851. Bd. 3, S. 86) gewann in drei Fällen 10, 19, 17, 73 und 9,13%. — Die Mineralbestandtheile der Ochsengalle fand *Weidenbusch* in 100 Theilen bestehend aus: Chlorkalium 27,70, Kali 4,80, Natron 36,73, Kalkerde 1,43, Magnesia 0,53, Eisenoxyd 0,23, Manganoxydoxydul 0,12, Phosphorsäure 10,45, Schwefelsäure 6,39 Kohlensäure 11,26 und Kieselerde 0,36 (*Poggendorff*'s Annalen Bd. 76, S. 389). — 6) *Pflüger* in seinem Archiv Bd. 2, S. 173; *N. Bogoljubow* im Centralblatt für die med. Wiss. 1869, S. 657. — 7) Der Umstand, dass vorwiegende Fettnahrung die Gallenmenge herabsetzt, zeigt die Unhaltbarkeit einer früher von *Lehmann* aufgestellten Hypothese. Ausgehend nämlich von der Thatsache, dass die Zersetzungsprodukte der Oelsäure bei Behandlung mit Salpetersäure die gleichen sind wie diejenigen der Cholsäure, glaubte er letzteren Körper als aus Fetten entstehend annehmen zu dürfen. — 8) So soll 1 Kilogramme Meerschweinchen im Tage 176 Gr. einer sehr wasserreichen Galle absondern, ein Kil. Kaninchen 137, ein Kil. Hund 8, 12, 20, 32 und 33 etc. — 9) Die Galle hat nach jenen Forschern eine grössere Adhäsion zu dem Fette als das Wasser. Sind die Wandungen einer Kapillarröhre von Galle benetzt, so steigt Fett höher in ihnen auf, als wenn die Wandung nur mit Wasser oder gar nicht befeuchtet ist. Da nun jede thierische Membran, durch welche ein endosmotischer Strom hindurchgeht, nothwendig solche feinste Poren besitzt, so geht durch diese kurzen Kapillarröhrchen in ähnlicher Weise das Chylusfett. S. *Wistinghausen*, *Experimenta quaedam endosmot. de bilis in absorptione adipum neutral. partibus. Dorpati* 1851. *Diss.* Hunde resorbiren dann auch im natürlichen Zustande stündlich 0,465 Grms Fett, nach Abschluss der Galle nur 0,21—0,06. Der Chylus führt normal bei diesen Thieren auf 1000 Theile 32 Th. Fett, nach Absperrung des Lebersekrets nur 1,9 p. m. (*Bidder* und *Schmidt*). — 10) Die Zersetzung dieses Stoffes wurde schon im Texte erwähnt. Man s. übrigens noch S. 50. — 11) Aus der Zerlegung der Gallensäuren gewann *Dogiel* (*Erdmann*'s Journal Bd. 101, S. 298) Essig- und Propionsäure. — 12) S. dessen bekanntes Werk S. 51 und 115. Man vergl. auch noch *Koelliker*'s Vorlesungen über Entwickelungsgeschichte S. 380. — 13) Man s. *Bernard*, *Comptes rendus Tome* 48, *p.* 77 und 673, sowie *Journ. de physiol. Tome* 2, *p.* 31 und *Rouget* in demselben Bande der *Comptes rendus p.* 792, sowie in dem nämlichen Jahrgange des *Journ. de phys., p.* 83.

4. Der Harnapparat.

§ 269.

Der Harnapparat besteht bekanntlich aus einer paarigen, den **Urin** bereitenden Drüse, der **Niere**, und dem System ausführender Gänge. Diese werden gebildet von den **Harnleitern**, welche sich in ein gemeinschaftliches Reservoir, die **Blase**, einsenken, aus der die schliessliche Wegfuhr durch die **Harnröhre** geschieht.

Die **Niere**, *Ren*[1]), ein grosses bohnenförmiges Organ mit glatter Oberfläche, ist überzogen von einer nicht dicken, aber festen bindegewebigen Hülle[2]), *Tunica propria*, welche am Hilus (wo der Harnleiter abtritt, und die Gefässe sich einsenken) auf die Aussenfläche der Nierenkelche übergeht.

Das Nierengewebe zeigt zweierlei Substanzen. Man unterscheidet eine äussere, braunrothe, die **Rindensubstanz**, ohne bestimmtes Gefüge, und eine innere, blassere, die **Markmasse**, welche ein radienartiges, faseriges Ansehen dem unbewaffneten Auge darbietet. Dieselbe springt bei den meisten Säugethieren mit einer einzigen grathartigen Zuspitzung ein, ist dagegen bei dem Menschen (auch dem Schweine) in eine Anzahl (10—15) kegelförmiger Stücke zerlegt, welche ihre Basen der Rinde zukehren, und mit ihren Spitzen gegen den Hilus zusammenstreben. Man hat ihnen den Namen der *Malpighi*'schen oder **Markpyramiden** gegeben. Zwischen den Seitenflächen dieser Pyramiden erstreckt sich scheidewandartig die Rindenmasse herab (*Columnae Bertini*). — Rinde und Mark durchzieht eine bindegewebige Stützmasse.



Fig. 507. Aus der Rindensubstanz der menschlichen Niere. *a* Arterielles Stämmchen mit Abgabe der Aeste *b* zum Gefässknauel c^*, c^1; *c* ausführendes Blutgefäss des letzteren; *d* das erweiterte kapselartige Ende des gewundenen Harnkanälchens *e*.

Trotz ihres differenten **Ansehens** bestehen die beiderlei Substanzen unseres Organs aus sehr ähnlichen Drüsenelementen, nämlich langen, sich theilenden Kanälen oder Röhren, den sogenannten **Harnkanälchen** (*Bellini*'schen Röhren). Dieselben halten jedoch in der Markmasse zunächst eine regelmässige, sehr schwach divergente, fast parallele Richtung unter spitzwinkligen Theilungen ein, während sie, in der Rinde angekommen, unter ausserordentlich zahlreichen Windungen (Fig. 507. *e*) über und neben einander verlaufen, und hier mit kolbigen Erweiterungen (*d*), welche einen eigenthümlichen Gefässknauel (c^*, c^1) umfassen, schliesslich blind endigen.

Das verschiedene Gefüge, welches an beiderlei Substanzen des Nierengewebes erscheint, wird also hiernach begreiflich.

In dieser Weise hat man denn auch Dezennien lang den Bau der Niere aufgefasst, so wenig man sich auch über manche Verhältnisse der Blutgefässe einigen konnte.

Es gebührt *Henle*[3]) das Verdienst, mit einer interessanten Entdeckung vor Jahren ein neues Element der Bewegung in die Strukturlehre unseres Organes getragen zu haben. Er fand nämlich, dass die Markmasse neben den längst bekannten, eben erwähnten geraden, spitzwinklig verzweigten, in das Nierenbecken einmündenden Harnkanälen noch ein System feinerer schleifenförmiger Gänge besitzt, welche ihre Konvexität gegen die Spitze der Markpyramide kehren, und, an der Grenze der Marksubstanz angelangt, in die Rindenmasse der Niere übertreten.

Die Arbeit *Henle*'s, welche überdies neben Richtigem zu irrigen Resultaten über den Bau der Rinde gelangte, hat eine grosse Menge weiterer Untersuchungen[4]) veranlasst. Durch die Ergebnisse jener zahlreichen Einzelforschungen hat dann der Bau des Organs eine wesentliche Umgestaltung erfahren.

Anmerkung: 1) Zur älteren Literatur der Niere bis zum Jahre 1862 erwähnen wir: *Bowman* in den *Phil. Transact. for the year* 1842, *P.* 1, *p.* 57 (Hauptarbeit); *Ludwig*'s Artikel: »Niere« im Handw. d. Phys. Bd. 2, S. 628; *Johnston*'s Artikel: »Ren« in der Cyclop. Vol. 4, p. 231; *Gerlach*'s Handbuch S. 348; *Koelliker*'s Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 347; ferner *Frerichs*, Die *Bright*'sche Nierenkrankheit etc. Braunschweig 1851; *Ecker*'s *Icon. phys. Tab.* 8. Man s. ferner noch *Gerlach* in *Müller*'s Archiv 1845, S. 378 und 1848, S. 102; *Koelliker* ebendaselbst 1845, S. 518; *Bidder* in demselben Jahrgang S. 508 und Untersuchungen über die Geschlechts- und Harnwerkzeuge der Amphibien. Dorpat 1848; *Remak* in *Froriep*'s Neuen Notizen 1845, S. 308; *Hyrtl* in der Zeitschr. d. Wiener Aerzte 1846, Bd. 2, S. 381; *von Patruban* in der Prager Vierteljahrschr. Bd. 15, S. 87; *V. Carus* in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 2, S. 61; *von Wittich* in *Virchow*'s Archiv Bd. 3, S. 142; *von Hessling*, Histologische Beiträge zur Lehre von der Harnabsonderung. Jena 1851; *Virchow* in s. Archiv Bd. 12, S. 310; *C. E. Isaacs* im *Journ. de phys. Tome* 1, *p.* 577; *Beale* in s. *Archives of med. Vol.* 3, *p.* 255 und *Vol.* 4, *p.* 300; *Moleschott* in s. Untersuchungen zur Naturlehre Bd. 8, S. 213; *A. Meyerstein* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 15, S. 180. Für die Kenntniss der bindegewebigen Gerüstemasse des Organs ist zu vergl. *A. Beer*, Die Bindesubstanz der menschlichen Niere. Berlin 1859. — 2) Nach *Eberth* (Centralblatt für die med. Wiss. 1872, S. 227) besitzt die menschliche Niere an ihrer Oberfläche ein weitmaschiges Geflecht glatter Muskelfasern (?) — 3) S. Göttinger Nachrichten 1862, No. 1 und 7; Abhandlungen der k. Ges. d. Wiss. zu Göttingen Bd. 10, S. 223, dessen Eingeweidelehre S. 288 und Jahresbericht für 1862, S. 116. — 4) *Hyrtl* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 47, Abth. 1, S. 146; *Koelliker*, Gewebelehre 4. Aufl., S. 520; *Frey*, Mikroskop 1. Aufl., S. 360; *Krause* in den Göttinger Nachrichten 1863, No. 18, S. 341; *A. Colberg* im Centralbl. f. d. med. Wiss. 1863, N. 48; *Th. Zawarykin* und *Ludwig* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R. Bd. 20, S. 185 u. 189 und Wiener Sitzungsberichte Bd. 48, Abth. 2, S. 691; *Ludwig* in d. Wiener med. Wochenschrift 1864, No. 3, 14 u. 15; *Odenius* in der Berliner klinischen Wochenschrift 1864, No. 10; *J. Kollmann* in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 14, S. 112; *M. Roth*, Untersuchungen über die Drüsensubstanz der Niere. Bern 1864. Diss.; *F. Steudener*, *Nonnulla de penitiore renum structura et physiologica et pathologica. Halis* 1864. *Diss.*; *H. Hertz* in den Greifswalder med. Beiträgen Bd. 3, S. 93; *Chrzonszczewsky* in *Virchow*'s Archiv Bd. 31, S. 153; *Schweigger-Seidel*, Die Nieren des Menschen und der Säugethiere in ihrem feineren Bau. Halle 1865; *T. Th. Stein* in d. Würzburger med. Zeitschr. Bd. 6, S. 57; *A. Key*, Om Circulationsförhållendena i Njurarne. Stockholm 1865 (Separat-aftryk); *J. Stilling*, Ein Beitrag zur Histologie der Niere. Marburg 1865. Diss.; *E. Mecznikow* in den Göttinger Nachrichten 1866, No. 5; *G. Huefner*, Zur vergleichenden Anatomie und Physiologie der Harnkanälchen. Leipzig 1866. Diss.; *O. Gampert* in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 16, S. 369; *Koelliker*'s Gewebelehre 5. Aufl. S. 487; *D. Rindowsky* in *Virchow*'s Archiv Bd. 41, S. 278; *H. Lindgren* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 33, S. 15; *F. Gross, Essai sur la structure microscopique du rein. Strassbourg* 1868; *Ludwig* im *Stricker*'schen Handbuch S. 489. Man vergl. endlich über das Technische noch *Frey*, das Mikroskop 5. Aufl., S. 299.

§ 270.

Die kegelförmigen nach innen vorspringenden Spitzen der Markpyramiden werden Nierenwarzen, *Papillae renales*, genannt. Sie allein tragen die Mündungen des absondernden Kanalwerkes. Letztere erscheinen als 10 bis 30 rundliche oder ovale Löcher. Ihnen entspricht eine gleiche Anzahl der Stämmchen jenes Drüsengangwerks (Fig. 508. *a*). Doch sind letztere äusserst kurz, so dass schon ganz in der Nähe ihrer Mündungen es zu weiteren, meist spitzwinkligen

Theilungen in zwei oder drei Zweige kommt. Diese zerspalten sich alsbald weiter und wiederholt (*b. c. d. e*). Das Ganze gewinnt eine reiserartige Beschaffenheit, und die am meisten peripherisch gelegenen Gruppen gleichen beim Menschen Sträuchern mit etwas knorrigen Aesten, welche eine Strecke weit am Boden hinkriechen (*Henle*).

Diese sich rasch wiederholenden Verzweigungen lassen dann die Kanäle enger werden. Während die Mündung und das Anfangsstämmchen ein Kaliber von 0,3—0,1985^{mm} besitzen, sinkt der Quermesser schon an dem ersten Astsysteme auf 0,1985—0,0990^{mm} und an den sich anreihenden weiteren Zweigen auf 0,0510—0,0501^{mm} herab. Solche Quermesser bieten die Harnkanälchen der Markpyramide bereits in ungefähr 4,5^{mm} Entfernung von der Papillenspitze, behalten aber jene Stärke während ihres ferneren schwach divergenten Verlaufes durch die Marksubstanz bei. Neue Theilungen bemerkt man aber jetzt nicht mehr oder nur ausnahmsweise [1]).

Theilweise erklärt jene spitzwinklige Verzweigung unserer Harnkanälchen die Massenzunahme der Markpyramiden gegen die Rindenschicht der Niere hin; aber auch nur theilweise. Denn jenen an der Papillenspitze mündenden Gängen gesellt sich ein System engerer **schleifenförmiger Harnkanälchen** (*Henle*) oder der *Henle*'**schen Kanälchen** (*Koelliker*) hinzu. Diese, 0,04—0,02^{mm} dick, treten in Menge aus der Rinde



Fig. 508. Eine Harnkanalverzweigung aus der Marksubstanz der neugebornen Katze (Salzsäurepräparat). *a—e* Theilungen erster bis fünfter Ordnung. (Originalzeichnung von *Schweiger-Seidel*.)



Fig. 509. Vertikalschnitt durch die Markpyramide der Schweinsniere (halbschematisch). *a* Stamm eines an der Pyramidenspitze mündenden Harnkanals; *b* und *c* dessen Astsysteme; *d* schleifenförmige Harnkanälchen; *e* Gefässschleifen und *f* Verzweigung der *Vasa recta*.

in die Marksubstanz ein, biegen hier, bald früher, bald später, d. h. also bald entfernter, bald näher der Papille, mit steiler Schleife um, und kehren dann rücklaufend und schliesslich weiter werdend zur Marksubstanz zurück. Wir wollen

nun, um für die kommende verwickelte Erörterung ein Missverständniss auszuschliessen, den aus der Nierenrinde kommenden Schenkel der Schleifenkanälchen den a b s t e i g e n d e n und den zur Rindenmasse umkehrenden den r ü c k l a u f e n d e n nennen.

Unsere Zeichnung Fig. 509 kann uns nun diese Schleifenkanäle (*d*), welche zwischen dem offenen Kanalwerk (*b. c*) gelegen sind, versinnlichen; ebenso zeigt sie, wie jene schlingenförmigen Umbeugungen in sehr verschiedenen Entfernungen von der Papille stattfinden.

Es ist fast überflüssig zu bemerken, dass die Menge der schleifenförmigen Harnkanälchen in dem Maasse steigen wird, je mehr wir uns der Rindenschicht nähern. Zum Ueberflusse lehren dieses Querschnitte der Markpyramiden in verschiedenen Höhen gewonnen. Nahe der Papillenspitze treten uns neben den quergetroffenen frei mündenden Kanälen nur spärlich die Durchschnitte der schleifenförmigen Kanälchen entgegen. Höher nach oben werden die kleinen Lumina der letzteren immer zahlreicher. Während anfänglich die offenen Harnkanäle nahe stehen, und von den Schenkeln der schleifenförmigen Kanälchen kreisförmig umgeben erscheinen, treffen wir jetzt die ersteren weiter von einander entfernt und die umgebenden querdurchschnittenen Schleifen zahlreich zwischen jenen. Aber es sind nicht allein die Differenzen des Quermessers, welche beiderlei Systeme der Harnkanälchen unterscheiden; auch das Drüsenepithel ist ein anderes in den offenen als den schleifenförmigen, und die sogenannte *Membrana propria* bietet ebenfalls, wenn auch weniger in das Auge springende Verschiedenheiten dar.



Fig. 510. Schleifenkanälchen aus einer Nierenpyramide des Neugebornen. *a*, *b* Die beiden Schenkel; *c* ein anderes Kanälchen; *d* Kapillargefäss.

Der kurze Stamm der offenen Kanalleitung hat noch gar keine *Membrana propria*; er ist einfach von der bindegewebigen Gerüstemasse der Papillenspitze begrenzt. Dann allmählich kommt eine zarte wasserhelle Grenzmembran an den Astsystemen zum Vorschein. Dieselbe bleibt aber auch im weiteren Fortgange der Ramifikation dünn und fein, so dass wir immer nur eine einfache Kontour gewahren. Anders ist es mit den schleifenförmigen Kanälchen (Fig. 510. *a*, *b*, *c*); ihre sogenannte *Membrana propria* ist derber, dicker, bei starken Vergrösserungen deutlich mit doppelter Begrenzung erscheinend.



Fig. 511. Querschnitt durch eine Nierenpyramide des Neugebornen. *a* Sammelröhren mit zylindrischem Epithel; *b* absteigender Schenkel der Schleifenkanälchen mit platten, *c* zurücklaufender Schenkel der Schleife mit körnigen Zellen; *d* Gefässquerschnitt; *e* bindegewebige Gerüstesubstanz.

In den kurzen Hauptstamm des offenen Kanalwerkes setzt sich die Epithelialbekleidung der Papillenoberfläche fort. Wir gewahren hier hellere, niedrig zylindrische Zellen, welche epitheliumartig den Kanal bekleiden, und ihre breitere Basis gegen denselben kehren. Ein ansehnliches Lumen ist so die Folge, da die Höhe jener Drüsenzellen nur 0,0300—0,0201^{mm} beträgt. Aehnlich bleiben sie auch in den sich anreihenden Zweigen erster und zweiter Ordnung (*Henle*). Die letzten Astsysteme, welche, wie wir sahen, über lange Strecken ungetheilt der Pyramidenbasis zustreben, zeigen den Ueberzug jener Drüsenzellen nur noch 0,0158^{mm} hoch.

Die Drüsenzelle in den schleifenförmigen Kanälchen, in ihrem absteigenden

Schenkel und der Schleife selbst ist dagegen ein sehr flaches pflasterförmiges Gebilde, welches an das bekannte Gefässepithel (§ 87) erinnert, und mit dem Kern ebenfalls einen leichten buckelförmigen Einsprung bildet. Die Aehnlichkeit mit jenen Gefässzellen[2]) ist allerdings eine grosse (Fig. 511. *d*).

In dem rücklaufenden Schenkel aber (und zwar bald früher, bald später) findet eine Erweiterung statt, und hier wird die Zellenbekleidung eine andere. Statt jener hellen pflasterförmigen Zellen stellt sich die gewöhnlichere kubische Drüsenzelle ein mit deutlichem Kern, körnigem Protoplasma, nicht selten mit undeutlicher Abgrenzung von den Nachbarn. Der rücklaufende Schenkel bekommt dadurch ein trüberes, körnigeres Ansehen, und sein Axenkanal wird ein engerer.

Unsere Fig. 511 kann uns diese Verhältnisse vom Neugebornen versinnlichen, indem bei *a* die Querschnitte der offenen Kanäle, bei *b* die hellen platten Epithelien des absteigenden und bei *c* die körnigen trüberen Drüsenzellen des rücklaufenden Schenkels der Schleifenkanälchen erscheinen.

Es versteht sich von selbst, dass mit steigender Annäherung an die Rinde die Menge jener mit dunkleren Drüsenzellen erfüllten Querschnitte immer höher und höher sich gestalten muss.

Die deutlichsten Anschauungen der bisher geschilderten Strukturverhältnisse geben Präparate, bei welchen vom Ureter aus das offene Kanalwerk, ebenso mit einer anderen Farbe die Markblutgefässe injizirt worden sind.

Nach oben an der Grenze der Marksubstanz gegen die Rinde verwischen sich die Verschiedenheiten beider Kanäle, was Quermesser und Epithelialformation betrifft, mehr und mehr. Aber auch hier zeigt jene Injektion vom Harnleiter aus die beiden Kanalsysteme in ihrer Eigenthümlichkeit. So leicht das offene Kanalwerk sich füllt, so bleibt in der Regel, wenn man nicht mit besonderen Methoden das harnabsondernde Röhrenwerk vollständig injiziren will, das Schleifenkanälchen leer von der Farbemasse. Der obere Theil der Markmasse bekommt in nicht unansehnlicher Breite durch zahlreiche radienförmige Gefässbüschel eine tiefere, rothe Farbe. Es ist dieses die »Grenzschicht« von *Henle*.

Anmerkung: 1) Nach *Schweigger-Seidel*, welcher die gleichen Verhältnisse für die Niere des Erwachsenen fand, wiederholen sich dagegen bei jugendlichen Geschöpfen jene Theilungen durch die ganze Länge der Markpyramide. — 2) Es hat deshalb *Chrzonszczewsky* (a. a. O.) die Existenz solcher schleifenförmiger Harnkänälchen, welche irgendwie tiefer in die Marksubstanz herabstiegen, ganz zu läugnen versucht, und alles als Gefässschlingen betrachten wollen. Auch später, in der durch jenen Forscher veranlassten Arbeit *D. Rindowsky*'s findet sich dieser Irrthum wiederholt. Bei kleinen Säugethieren ist es nun kein Kunststück, den Uebergang des mit pflasterförmigen Zellen bekleideten (Schleifenepithel in den rücklaufenden, körnige, kubische Drüsenzellen führenden Schenkel zu erkennen. Man vergl. hierzu *Schweigger-Seidel* a. a. O., mit dessen Ergebnissen meine Beobachtungen übereinstimmen. Allerdings muss zugegeben werden, dass Verwechslungen schleifenförmiger Harnkanälchen und nicht gefüllter Gefässschlingen sehr leicht möglich sind, und vielfach in der Neuzeit vorgekommen sein werden. Wie schwer sich solche Gefässschlingen gegen die Pyramidenspitzen hin überdies füllen lassen, darüber hat einer der kompetentesten Forscher, *Hyrtl*, in seinem wichtigen und interessanten Aufsatze (S. 201) sich ausgesprochen.

§ 271.

Wenden wir uns nun zur Rindensubstanz der Niere, so zeigen sich auch hier eigenthümliche, komplizirtere Verhältnisse.

Ein Vertikalschnitt (Fig. 512) lehrt uns, wie jene aus dicht verschlungenen sich in alle Richtungen hin wendenden Kanälchen besteht (*B*), aber dabei in rasch auf einander folgenden Zwischenräumen von dünnen (etwa 0,2707—0,3158^{mm} im Querdurchmesser betragenden zylindrischen Bündeln oder Strängen gerader, ungleich weiter Kanäle (*A*) durchsetzt wird, die sich theilweise nach aussen hin etwas verjüngen, und dicht unter der Oberfläche in Windungen sich verlieren, so

dass hier (*d*) eine dünne Schicht nur gewundener Kanäle uns vorliegt. Jene Gruppen gerader Harnkanäle (Fig. 512. *A*) durchbrechen somit die Schicht der gewundenen Rindenkanälchen — wir möchten sagen, etwa wie ein Brett von Gruppen durch dasselbe getriebener, gedrängt stehender Stifte durchbrochen ist.



Fig. 512. Vertikalschnitt durch die Nierenrinde des Neugebornen (halbschematisch). *A. A* Markstrahlen; *B* eigentliche Rindensubstanz. *a* Sammelrohr des Markstrahls; *b* feinere Harnkanälchen des letzteren; *c* gewundene Kanälchen der Rindensubstanz; *d* ihrer peripherischen Lage; *e* Arterienast; *f* Glomeruli; *g* Uebergang eines Harnkanales in die *Bowman*'sche Kapsel; *h* die Nierenhülle mit ihren Lymphspalten *i*.

Diese Bündel gerader Röhren sind allerdings schon früher gesehen gewesen. Aber erst in neuerer Zeit hat man ihnen eine genauere Beachtung geschenkt. Sie sind von *Henle* mit dem Namen der »Pyramidenfortsätze«, von *Ludwig* mit der Benennung der »Markstrahlen« versehen worden [1]. Ihre Bedeutung und Beziehung zu den Gängen der Marksubstanz werden wir bald zu erörtern haben.

Wenn man will, kann man das Gewebe der gewundenen Rindenkanälchen durch jene Gruppen gerader Gänge in eine Anzahl pyramidaler Stücke zerlegt betrachten, welche ihre Basen der Nierenoberfläche zukehren. Es sind dieses die »Rindenpyramiden« *Henle*'s.

Indessen eine solche Zertrennung ist eine künstliche, wie der Querschnitt durch die Rinde Fig. 513 uns lehrt. Denn mit dem grössten Theile ihrer Seitenflächen gehen jene sogenannten Rindenpyramiden (*b*) in einander über.



Fig. 513. Flächenschnitt durch die Rindensubstanz der Niere des Neugebornen (halbschematisch). *a* Querschnitt durch die Harnkanälchen des Markstrahls; *b* gewundene Kanäle der eigentlichen Rindensubstanz; *c* Glomeruli und *Bowman*'sche Kapseln.

Untersuchen wir nun zunächst das massenhaftere Vorkommen der Rindensubstanz, die gewundenen Kanäle.

Dieselben bieten uns keine Theilungen dar, erscheinen mit einfacher Begrenzung und einem Quermesser im Mittel von 0,0451mm. Die *Membrana propria* besitzt eine gewisse Dicke. Ihre Kontouren sind fast ausnahmelos glatte.

Sehr bezeichnend gestalten sich ferner die im gewundenen Kanal enthaltenen Zellen. Dieselben führen einen aus körnig getrübtem Protoplasma [2]) bestehenden Körper. Zuweilen treten in letzterem auch Fettmoleküle auf, welche das dunklere Ansehen noch steigern. Die Dicke der Zelle mag etwa 0,0099—0,0201mm be-

tragen (*Schweigger-Seidel*). Hat man ein zur Zeit vielfach benütztes Verfahren angewendet, die Objekte in Salzsäure mazerirt, dann treten uns die gewundenen Gänge meistens dunkel, ohne Andeutung eines Lumen und nicht selten ohne Abgrenzung der einzelnen Inhaltszellen entgegen.

Ueber die Endigung unserer Harnkanäle hatte eine frühere Epoche irrige Vorstellungen. Man liess sie blind in der Rinde aufhören oder mit Schleifen in einander übergehen [*Huschke*[3], *J. Müller*[4])]. Allerdings hatte man auch bemerkt, wie das eigenthümliche Gefässkonvolut, der sogenannte *Malpighi*'sche Glomerulus, von einer Kapsel umhüllt wird. Aber *J. Müller*, der Entdecker, stellte jeden Zusammenhang zwischen letzterer und dem Harnkanälchen auf das Entschiedenste in Abrede[5]).



Fig. 514. Aus der Rindensubstanz der menschlichen Niere. *a* Arterielles Stämmchen mit Abgabe der zuführenden Gefässe *b* des Glomerulus $c^* \, c^1$; *c* ausführendes Gefäss des letzteren; *d* die *Bowman*'sche Kapsel mit ihrem Uebergang in das gewundene Harnkanälchen der Rinde *e*.

Im Jahre 1842 machte der Engländer *Bowman* die Entdeckung[6]) dieses Zusammenhanges, und schien damit für Dezennien die Strukturlehre des Organs ihrem Abschlusse nahe geführt zu haben.

Sehen wir nun nach der Einmündung in jene, bald mit dem Namen *Müller*'s, bald demjenigen *Bowman*'s bezeichnete Kapsel.

Nicht selten bemerkt man, wie ein Harnkanälchen (Fig. 514. *e*), jenem Uebergange nahe gekommen, eine Reihe dicht gedrängter, mehr in einer Ebene verlaufender Windungen macht. Dann dicht vor der Einsenkung in die Kapsel (*d*) kommt ziemlich allgemein, wenngleich bald mehr, bald weniger deutlich ausgesprochen, ebenso kürzer oder länger, eine halsartige Einschnürung des Kanälchens vor (Fig. 515. *d*), und ihre Begrenzungshaut geht kontinuirlich in die scheinbar homogene[7]) Membran der Kapsel über[8]). Letztere zeigt einen Durchmesser von 0,1415—0,2256^{mm} und eine im Allgemeinen kuglige Form. Doch treten auch elliptische oder mehr in die Breite gezogene, fast herzförmige Gestalten hier auf.

Kapseln und Gefässknauel fehlen in einer dünnen oberflächlichen Lage der Rindensubstanz (*Cortex corticis* von *Hyrtl*), kommen dagegen durch letztere reichlich vor. Ihre Menge suchte *Schweigger-Seidel* für die Niere des Schweins zu bestimmen. Ein Kubikmillimeter enthält 6 Knauel, die ganze Rinde ungefähr 500,000.

Von manchen Beobachtern (*Bowman, Gerlach, Koelliker*) wird angenommen, dass die tiefer gelegenen Kapseln an Grösse zunehmen, und die an der Grenze von Rinde und Mark gelegenen den stärksten Quermesser besitzen[9]).

Dasjenige, was in der Erforschung der *Bowman*'schen Kapsel die grössten Schwierigkeiten darbietet, ist das Verhalten zum Gefässknauel und die Zellenbekleidung des Innern.

Einmal glaubte man, dass die Gefässe des Knauels die Wandung der Kapseln einfach durchbohrten, so dass der Glomerulus ganz nackt in dem Hohlraum der Kapsel gelegen sei[10]). Andere Forscher [z. B. *Koelliker*[11])] hielten meistens diese Perforation der Kapsel aufrecht, erkannten aber die den Glomerulus überkleidende

Zellenschicht. Eine dritte Ansicht lässt die Kapsel eine Einstülpung über den Glomerulus erfahren (etwa wie die Pleura um die Lunge). Nach eigenen Untersuchungen halte ich letztere Erklärung[12]) für die richtige, wie sie auch mit den Entwicklungsvorgängen (*Remak*) am besten zu vereinigen ist. Doch muss man zugeben, dass über dem Gefässknauel die *Membrana propria* der Kapsel ausserordentlich dünn und mehr zu einer homogenen Verbindungsmasse und zartesten Grenzschicht des Ganzen geworden ist.

Untersucht man nun die Epithelialbekleidung, so erkennt man, wie die dickeren körnigen Drüsenzellen des gewundenen Rindenkanälchens bei dem Uebergang in die Kapsel sich umwandeln in ein dünnes zartes Pflasterepithel (Fig. 515, bei *e*), welches die Innenseite der ganzen Kapsel bedeckt, und durch verdünnte Höllensteinlösung (Fig. 516. *g*) sehr leicht darzuthun ist. Bei niederen Wirbelthieren zeigt die Eingangspforte des Glomerulus einen Ueberzug flimmernder Zellen (Fig. 515. *d*) mit ungewöhnlich vergänglichem Wimperepithel[13]).



Fig. 515. Aus der Niere der Ringelnatter (nach *Ecker*). *a Vas efferens*; *c Glomerulus*; *b Vas efferens*; *d* der Uebergang wimpernder Zellen an der Uebergangsstelle in das Harnkanälchen *e*.



Fig. 516. *Glomerulus* des Kaninchens, schematisch. *a Vas afferens*; *b Vas efferens*. *c Glomerulus*; *d* untere Kapselpartie (ohne Epithel); *e* Hals; *f* Epithel des *Glomerulus* und *g* das der Kapselinnenfläche nach Silberbehandlung.

Viel schwieriger wahrzunehmen, und noch nicht hinreichend festgestellt ist die den Glomerulus überziehende Zellenlage. Kerne derselben erkennt man leicht, nicht so aber Zellengrenzen beim Erwachsenen. Da man deutliche Zellen am Glomerulus des Fötus findet, hat man die Meinung aufgestellt, dieselben verschmölzen zu einer homogenen kernhaltigen Membran (*Schweigger-Seidel*). Andere Beobachter haben dagegen hier einen vollkommenen Ueberzug deutlicher Einzelzellen erkannt, und sogar Grössendifferenzen gegenüber dem Kapselepithel angegeben[14]). Unsere Erfahrungen stimmen damit überein (Fig. 516. *f*).

Anmerkung: 1) Der letztere Name scheint uns den Vorzug zu verlieren. — 2) *Reitz* fand in das Kaninchenblut eingespritzte Zinnoberkörnchen in diese Zellen und das später zu besprechende Kapselepithel eingedrungen (Wiener Sitzungsberichte Bd. 57, Abth. 2, S. 9). — 3) S. dessen Aufsatz in der Isis 1818, S. 560. — 4) *De glandularum secernentium structura penitiori. Lipsiae* 1830, *p.* 101. In neuer Zeit sind jene blinden und schleifenförmigen Endigungen der Harnkanälchen fast gänzlich verlassen worden. Nur *Chrzonszczewsky* und *Rindowsky* wollen in der Rinde des Menschen und verschiedener Säugethiere einzelne mit Sicherheit erkannt haben. — 5) a. a. O. — 6) Wie weit ältere Forscher im 18. Jahrhundert vor *Bowman* diese Kapsel schon gesehen haben, kann ich aus Mangel der erforderlichen Literatur nicht entscheiden. — 7) Nach den Angaben *J. Duncan*'s (Wiener Sitzungsberichte Bd. 56, Abth. 2,

S. 6) lässt sich die *Bowman*'sche Kapsel der Froschniere in zwei kernhaltige Schichten zerlegen. — 8) Es kommt nur die Einsenkung je eines Harnkanälchens in eine solche Kapsel vor. Man glaubte allerdings zwei Harnkanäle, aus einer solchen Kapsel kommend, gesehen zu haben. *Moleschott* wollte sogar solche zweikanälige Kapseln in der Niere des Menschen häufiger als einkanälige entdeckt haben. *Meyerstein* hat sich später die überflüssige Mühe gegeben, ihn zu widerlegen. Er konnte nirgends, weder bei Säugethieren, noch dem Menschen und Frosch auch nur eine zweikanalige Kapsel wahrnehmen (!). — 9) Es scheint dieses damit zusammenzuhängen, dass die arteriellen Stämmchen in den tieferen Theilen der Rinde noch stärker sind, und Aeste von grösserem Quermesser zu dem Glomerulus senden als in den oberen Theilen. Doch ist diese Verschiedenheit keineswegs an allen Gefässknaueln zu erkennen. — 10) Für ein nacktes Einspringen des Glomerulus in den Hohlraum der Kapsel haben sich ausgesprochen *Bowman*, *von Wittich*, *Ecker* (*Icon. phys. Tab.* 8) und *Henle* (Eingeweidelehre S. 310 c). — 11) Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 352. Auch *Gerlach*, *Isaacs*, *Moleschott* vertreten diese Ansicht. — 12) *Bidder* und *Reichert* haben sich in derartiger Weise geäussert. — *Bowman* entdeckte diese wimpernde Stelle beim Frosch. Man hat später Flimmerzellen bei den anderen Batrachiern, bei Schlangen, der Eidechse und bei Fischen getroffen, sie aber in der Niere der Vögel und Säugethiere vermisst. Die Flimmerhäärchen erschienen uns früher kurz. Dass sie dagegen unter Umständen eine sehr bedeutende Länge annehmen und umgebogen wie Fäden in dem Lumen des Harnkanälchens erscheinen können, berichtet uns *Duncan* (a. a. O.). *Koelliker* (Gewebelehre 5. Aufl. S. 505) nimmt kolossale Wimperhaare für den Frosch als Regel, an, und auch schon *Bowman* hatte sie für dieses Geschöpf hier länger als an andern Lokalitäten angegeben. — 14) *Isaacs* und *Moleschott*. Auch *Chrzonszczewsky* (a. a. O. S. 168) fand Derartiges, als er aus der gefrornen Niere dünne Schnitte untersuchte, ebenso *Koelliker* (a. a. O. S. 503). Auffallend ist es, dass jene Zellen des Glomerulus im Gegensatze zu denjenigen der Kapselinnenfläche durch verdünnte Höllensteinlösung nicht in ihren Grenzen schwarz werden. Neuere Angaben s. man bei *V. Seng* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 64, Abth. 2, Sep.-Abdr.

§ 272.

Wir haben in dem vorhergehenden § das gewundene Harnkanälchen als wesentliches Element der Rinde und dessen Ursprung aus der Kapsel des Glomerulus kennen gelernt. Indem wir die Frage nach dem Geschick seines unteren Endes noch für einen Augenblick offen lassen, wenden wir uns zu dem zweiten Bestandtheile der Rinde, den sogenannten Pyramidenfortsätzen oder Markstrahlen. Ihre Stellung und gröbere Struktur ist schon § 270 erwähnt worden.

Man erkennt nun leicht, wie in jenem Bündel gerader Kanäle Fortsetzungen der offenen Röhren der Markmasse enthalten sind, welche nach der Passage der sogenannten Grenzschicht meistens nur je eine, seltener je zwei in den Markstrahl gelangen, und diesen hoch herauf bis nahe zur Nierenoberfläche durchlaufen. Man hat diesem durch seinen ansehnlicheren Quermesser ausgezeichneten Gang (Fig. 517. *a*) den passenden Namen des Sammelrohres (*Ludwig*) gegeben. Er zeigt, wenn auch weniger prägnant, das helle niedrig zylindrische Epithel, welches wir an den letzten Astsystemen der offenen Markkanälchen kennen gelernt haben.

Begleitet wird unser Sammelrohr von einer Anzahl engerer Gänge. Es sind dieses aber, wie sich bald ergeben wird, die absteigenden und rücklaufenden Schenkel der Schleifenkanälchen, welche somit vor und nach Ueberschreitung der Grenzschicht Elemente der Rinde darstellen.

Was aber wird aus dem bis nahe zur Nierenoberfläche gelangten Sammelrohr?

Durch Säuremazeration (Fig. 517) überzeugt man sich, wie letzteres (*a. b*), in jene Gegend gelangt, reichlichere Aeste abgibt, und nach oben in bogenartige, nicht selten darmförmig gewundene Verzweigungen (*d*) auseinander fährt. Letztere können bei kleineren Thieren ein zackiges Ansehen darbieten, was man bei grösseren Geschöpfen in der Regel vermisst. Es sind dieses die Schaltstücke (*Schweigger-Seidel*) oder Verbindungskanäle [*Roth* [1])].

Das gleiche Resultat liefert uns nun auch eine glücklich erzielte künstliche Füllung der Drüsengänge vom Ureter aus, z. B. beim Schwein und Hund. Man erkennt bei ersterem Thiere, wie jene Sammelkanäle dieselben bogenartigen Ausläufer (*b*) eingehen.

Bogenartige und netzförmige Uebergänge jener Ausläufer des einen Sammelrohres in diejenigen eines benachbarten scheinen dagegen nicht vorzukommen, so leicht auch bei dickeren Schnitten injizirter Nieren derartige Trugbilder auftreten [2].
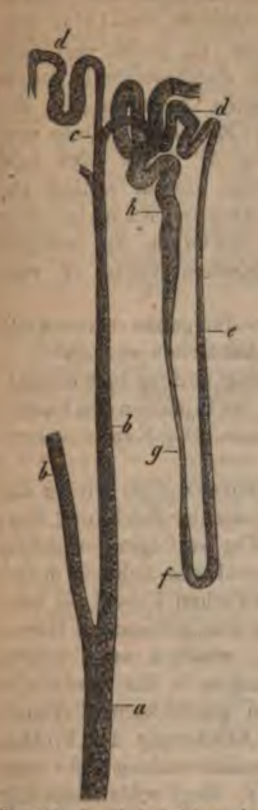


Fig. 517. Vertikalschnitt aus der Niere des Meerschweinchens (Salzsäurepräparat). *a* Stamm eines Sammelrohres; *b* dessen Aeste; *c* weitere Zerspaltung; *d* gewundener Kanal (Schaltstück); *e* absteigender Schenkel eines schleifenförmigen Harnkanälchens; *f* Schleife; *g* zurücklaufender Schenkel und *h* Uebergang zum gewundenen Harnkanälchen der Rindensubstanz.

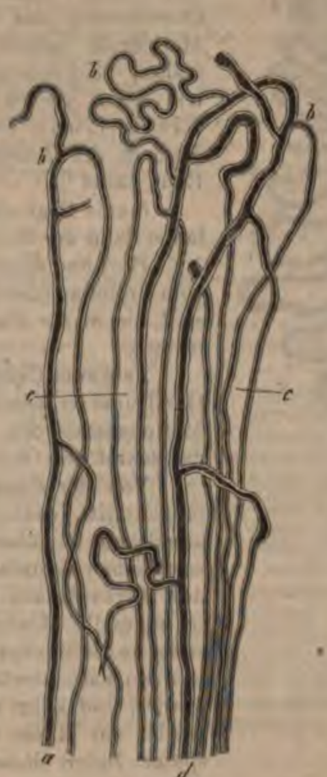


Fig. 518. Der obere Theil eines Markstrahls aus der Niere des Schweins. *a* und *d* Sogenannte Sammelröhren; ihre bogenförmigen Verzweigungen *b* und Uebergänge in die absteigenden Schenkel *c* der Scheifenkanälchen.



Fig. 519. Vertikalschnitt aus der Niere des Maulwurfs (Salzsäurepräparat). *c* Endast des Sammelrohrs; *d* gewundenes Kanalstück; *e* absteigender Schenkel des Schleifenkanals; *f* Schleife; *g*. *h* zurücklaufender Schenkel und Uebergang in das gewundene Kanälchen *i*; *k* Halstheil des letzteren; *l* *Bowman*'sche Kapsel; *m* Glomerulus.

Solche verfängliche Anschauungen waren es, welche *Henle*, als er bis zu diesen Stellen vom Ureter aus die Nierenkanäle gefüllt hatte, zu der Ansicht verführten, dass hier die Endigung des gerade verlaufenden, an der Papillenspitze mündenden Kanalwerkes vorläge, und dass die gewundenen Harnkanälchen mit den Kapseln des Glomerulus, sowie die schleifenförmigen der Marksubstanz zusammen ein von jenen offenen Gängen abgeschlossenes Röhrensystem darstellten [3].

Die beiden oben genannten Verfahrungsweisen, die Mazeration in Säure und die vollendete künstliche Injektion, zeigen, wie von jenen Bogen, aber auch schon früher vom Sammelrohre selbst, in verschiedener Gestaltung neue Gänge entspringen (Fig. 518. *c*), welche sich bald verschmälern (Fig. 517. *h*. *g*) und, in dieser Form weiter laufend, sowie in das Mark gelangend, die absteigenden Schenkel der Schleifenkanälchen herstellen (Fig. 517. 519. *e*. *f*).

Somit haben wir also die Beziehung des absteigenden Theiles der Schleifenkanäle kennen gelernt.

Verfolgen wir diesen nun, eine frühere Schilderung wiederholend, so tritt er (Fig. 519. *e*) in die Marksubstanz ein, durchläuft diese bald eine kürzere, bald eine längere Strecke, biegt um (*f*), kehrt, den gleichen Weg nochmals durchmessend, unter den schon angeführten Aenderungen des Quermessers und der Zellenbekleidung zum Markstrahl zurück (*g. h*), biegt dann bald früher, bald später von diesem seitlich ab, um zum gewundenen Kanale der Nierenrinde zu werden (*i*), welcher dann in der *Bowman*'schen Kapsel (*l*) sein Ende findet[4]).

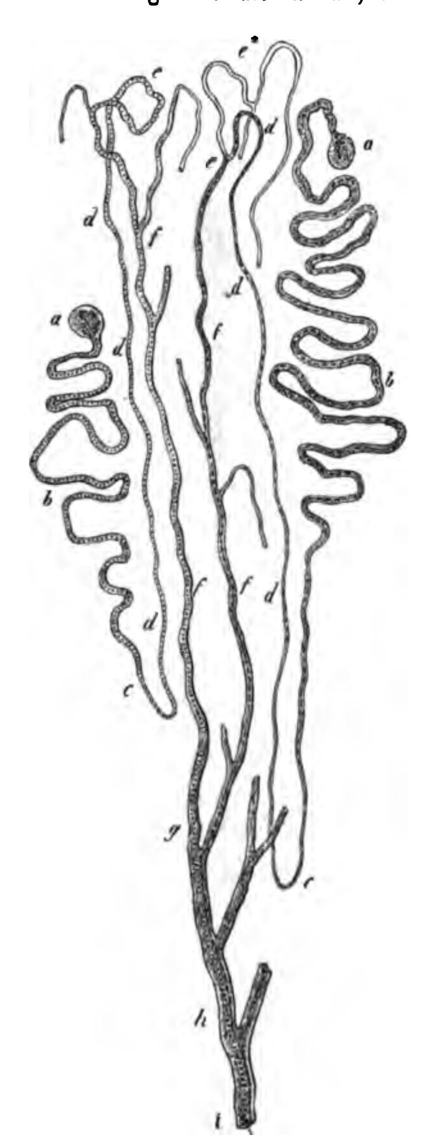


Fig. 520. Schematische Darstellung der Harnkanälchenanordnung (mit Benutzung der Schweinsniere). *a Bowman*'sche Kapseln; *b* gewundene Harnkanälchen und rücklaufender Schenkel der Schleifen *c*; *d* absteigender Schenkel; *e* gewundene Gänge; *f* Sammelröhren, zu einem stärkeren offenen Harnkanal *g* zusammentretend, der sich mit andern zum Kanal *h* vereinigt; *i* Stamm, welcher an der Papillenspitze mündet.

Somit liegt also die ganze verwickelte lange Bahn der Harnkanälchen vor uns.

Hier und da gelingt es denn auch einmal vom Ureter aus durch die Injektion den Farbestoff bis in die *Bowman*'sche Kapsel vorzutreiben.

Fast zum Ueberflusse wollen wir an der Hand unserer schematischen Zeichnung Fig. 520 nochmals den Weg verfolgen, welchen das Sekret vom Glomerulus an nehmen muss.

Von der *Bowman*'schen Kapsel (*a*) umfangen tritt jenes in das gewundene Harnkanälchen (*b*) über, welches nach seinen zahlreichen Krümmungen in der Rinde sich der Marksubstanz in gestrecktem Verlaufe (*c*) zugesellt. Unter Aenderung des Epithel steigt es die Markpyramide entlang mehr oder weniger nach abwärts, biegt schleifenförmig um (*c*), und kehrt mit dem andern Schenkel wieder zur Rinde zurück (*d*). Früher oder später ändert dieser rücklaufende Schenkel seinen Charakter, wird breiter und gewundener (*e*), um in Verbindung mit anderen gleich beschaffenen Gängen in das Sammelrohr (*f*) einzumünden, welches mit anderen benachbarten Sammelröhren spitzwinklig zusammentretend (*g. h*) endlich an der Papillenspitze (*i*) den Harn entleert.

Man hat sich bemüht, die Länge dieses verwickelten Weges, welchen der Urin durch die Niere zu durchlaufen hat, zu bestimmen. *Schweigger-Seidel*[5]) erhielt von der *Bowman*'schen Kapsel bis zur Papillenspitze für das Meerschweinchen 26 Mm., für die Katze 35—40 und für den Menschen ungefähr 52 Mm.

Fragen wir endlich nach der Gerüstesubstanz[6]) unserer komplizirten Drüsenkanäle, so erkennen wir in geringer, aber keineswegs gleicher Mächtigkeit ein bindegewebiges Stroma durch die ganze Niere. Es besteht in der Rindensub-

stanz aus einem sehr spärlichen zusammenhängenden Fachwerk von Bindegewebezellen und homogener oder streifiger Zwischensubstanz, welches an den Adventitialschichten grösserer Blutgefässe sowie den *Bowman*'schen Kapseln etwas stärker erscheint, und an der Oberfläche des Organs, zu einem lückenreichen Bindegewebe umgewandelt, in die Nierenkapsel sich fortsetzt. In den Markstrahlen wird jene bindegewebige Gerüstemasse etwas fester. Ihre grösste, wenngleich immer noch geringe, Entwicklung erreicht sie in der Marksubstanz (Fig. 521. *e*). In Alkohol oder Chromsäure erhärtete Nieren geben an dünnen ausgepinselten Schnitten gute Anschauungen. Die sternförmigen Bindegewebezellen isoliren sich im Uebrigen, wie *Schweigger-Seidel* fand, hübsch durch Salzsäuremazeration.



Fig. 521.

Anmerkung: 1) Die Existenz der Schaltstücke läugnete in neuester Zeit *Rindowsky*, ein Schüler *Chrzonszczewsky*'s (a. a. O. S. 287). — 2) Netze jener der Organoberfläche nahe gekommenen offenen Harnkanälchen nehmen unter den neueren Beobachtern, z. B. *Henle*, *Krause*, *Chrzonszczewsky* an. Geläugnet wurden sie von Andern, wie *Ludwig* und *Zawarykin*, *Schweigger-Seidel*, *Colberg*, *Koelliker*; und unseren Erfahrungen nach mit Recht. — 3) *Henle* glaubte annehmen zu müssen, dass je zwei Glomeruli und Kapseln durch gewundene und Schleifenkanäle festonartig verbunden seien. — 4) Es gelingt in einzelen Fällen, die Injektionsmasse bis in die Kapsel des Glomerulus vorzutreiben. Schon ältere Beobachter erhielten dieses Resultat (*Gerlach*, *Isaacs*). In neuerer Zeit ist es Vielen geglückt, wie *Ludwig* und *Zawarykin*, *Colberg*, *Chrzonszczewsky*, *Kollmann*. Bei niederen Wirbelthieren ist es mitunter sehr leicht (*Hyrtl*, *Frey*). Säugethierembryonen aus den letzten Monaten, z. B. vom Kalb, Schaf und Schwein, gestatten bei der Kürze der Drüsenkanäle jene Injektion verhältnissmässig gut; womit auch *M. Schultze* (Berliner klinische Wochenschrift 1864, No. 10) und *Schweigger-Seidel* (a. a. O. S. 38) übereinstimmen. Eine eigenthümliche Ansicht hatte *Kollmann* (a. a. O.) gewonnen. Seiner Meinung nach sollten nur aus den tief gelegenen *Bowman*'schen Kapseln Harnkanäle entspringen, welche, in die Marksubstanz abbiegend, zu den *Henle*'schen Schleifenkanälchen sich gestalteten. Die höher, der Oberfläche näher gelegenen Kapseln sollten dagegen gewundenen Harnkanälen den Ursprung geben, welche, ohne Schleifen zu bilden, in die offene Kanalleitung sich einsenkten. Eine solche direktere Verbindung mancher Kapseln mit letzterem Kanalwerk nimmt auch *Rindowsky* an. — 5) a. a. O. S. 51. — 6) Man vergl. darüber die Monographieen von *Beer* und *Schweigger-Seidel*. Schon vor längeren Jahren beschrieb *Henle* aus der Markmasse Züge längslaufender glatter Muskeln, welche feine Gefässe bekleiden. Man s. dessen Eingeweidelehre S. 314.

§ 273.

Wir haben nunmehr der Blutgefässe des Organs zu gedenken. Dieselben treten uns mit eigenthümlicher Anordnung entgegen.

In der Regel dringen sämmtliche Arterien- und Venenstämme beim Menschen in den sogenannten Hilus ein, theilen sich aber schon vor dem letzteren, und setzen ihre Zerspaltung, angekommen im Innern, unmittelbar fort. Hier, nach Abgabe von Zweigen an die fibröse Hülle des Organs, durchbohren sie schliesslich die letztere ausserhalb der Nierenkelche, wobei ein arterieller Zweig von einem stärkeren venösen begleitet zu werden pflegt.

Sie gelangen somit zwischen den einzelnen Markpyramiden an die Basen der letzteren. Hier bemerkt man alsdann bogenartige Anordnungen der beiderlei Gefässe; unvollkommene Bogen an den arteriellen, dagegen bogenartige Anastomosen an den venösen.

Aus den arteriellen Bogen entspringen nun die knaueltragenden Arterienästchen der Rindenmasse (Fig. 522. *a*), welche den Axentheil des von zwei Markstrahlen eingegrenzten Rindenstückes (der Rindenpyramide *Henle*'s) durch-

laufen, und hierbei nach der Peripherie die zuführenden Gefässchen des Glomerulus abgeben (Fig. 523. *a. b,* Fig. 512. *e. f,* Fig. 522. *a. c*).

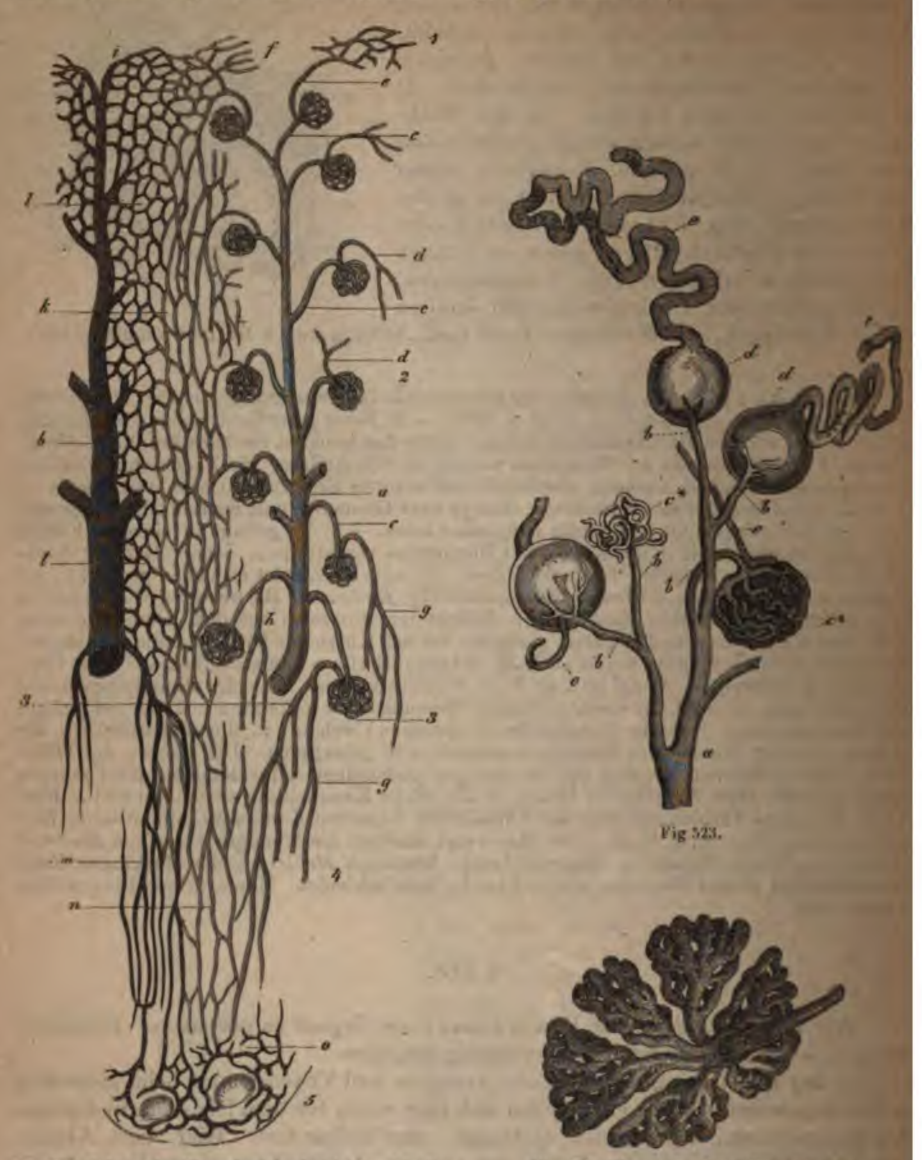


Fig 523.

Fig. 522. Schema des Nierenkreislaufs (stark verkürzt). 1 Aeusserer Rindentheil. 2 Rinde. 3 Grenzschicht. 4 Mark. 5 Papillenspitze. *a* Arterienast; *b* Vene; *c* *Vas afferens; d Vas efferens*; *e Vas efferens* und *f* Kapillarnetz der Oberfläche; *g Vas efferens* tief gelegener Knauel; *h Arteriola recta*; *i* Venenwurzel der Oberfläche; *k* Kapillaren des Markstrahls *l*; der gewundenen Harnkanäle; *m Venulae rectae*; *n* Markkapillaren; *o* Netz um die Oeffnung der Harnkanäle.

Fig. 524. Glomerulus der Schweinsniere.

Dieses, das *Vas afferens*, ist beim Menschen und Säugethier innerhalb der knauelförmigen Windung spitzwinklig getheilt (Fig. 524[1]), und bildet nach den Windungen durch die Wiedervereinigung dieser Zweigchen das ausfüh-

rende Gefäss, *Vas efferens* (Fig. 522. *d*, 526. *d*, 527). Bei niederen Wirbelthieren, z. B. der Natter Fig. 525, tritt dagegen das zuleitende Rohr (*a*) ohne weitere Theilung seine Windungen (*c*) ein, um als ausführendes (*b*) die Kapsel wieder zu verlassen.



Fig. 525.



Fig. 526. Aus der Niere des Schweins (halbschematisch). *a* Arterienzweig; *b* zuführendes Gefäss des Glomerulus *c*; *d Vas efferens*; *e* Zerfall desselben zu dem gestreckten Haargefässnetz des Markstrahls; *f* rundliches der gewundenen Kanäle *i*; *g* Anfang des Venenzweigs.

Bei Mensch und Säugethier löst sich jenes *Vas efferens* in ein zunächst die gestreckten Harnkanälchen des Markstrahles mit verlängerten Maschen umspinnendes feineres Haargefässnetz auf (Fig. 522. *k*, 526. *e*). Aus der Peripherie des letzteren stellen sich erst jene etwas weiteren Kapillarröhren her (Fig. 522. *l*, 526. *f*), welche mit rundlichen Maschen die gewundenen Harnkanälchen (*i*) der eigentlichen Rindensubstanz (Rindenpyramiden) umstricken (*Key*, *Stein* u. A.).

Die oberste Schicht der Rinde bleibt von den *Malpighi*'schen Gefässknaueln frei. Sie erhält ihre Kapillaren (Fig. 522. *f*) wesentlich von den ausführenden Gefässen der oberflächlichen Glomeruli (*e*); viel spärlicher (und sicher nicht bei allen Säugethieren) von einzelnen Endzweigen der Knauelarterie, welche direkt und unmittelbar zu jener oberflächlichen Schicht der Rinde vordringen [1].

Dicht unter der Kapsel erkennt man mikroskopische Venenwürzelchen (*i*) in Form sternförmiger Figuren (*Stellulae Verheyenii*). Andere Venenanfänge entstehen dagegen tiefer im Rindengewebe (Fig. 522. *b*). Beiderlei Venenästchen, gewöhnlich zusammentretend zu stärkeren Stämmchen, münden an der Grenze von Rinden- und Marksubstanz in die venösen Bogengefässe ein.



Fig. 527. Ein tief gelegener Glomerulus *m m* der Pferdeniere. *a* Arterienstämmchen; *af Vas efferens*; *m* Gefässknauel; *ef* ausführendes Gefäss des letzteren, bei *b* sich in Zweige für die Harnkanälchen der Markmasse theilend.

Die lang gestreckten Gefässbüschel, welche in der Markmasse (ihrer Grenzschicht) zwischen den Harnkanälchen auftreten, dann nach abwärts verlaufen, und entweder schleifenförmig in einander übergehen

oder an der Pyramidenspitze ein zierliches Netzwerk um die Mündung der Harnkanäle herstellen, werden *Vasa recta*[2]) genannt (Fig. 509. *e. f* und Fig. 522. *h. g. m*).

Zwischen ihnen (*Ludwig* und *Zawarykin*) erscheint übrigens noch ein gestreckteres Kapillarnetz feinerer Röhren (*n*). Es bildet die Fortsetzung des verlängerten Maschenwerks, welches die geraden Harnkanälchen der Rinde umspann.

Es herrschen übrigens in Hinsicht des Ursprunges jener *Vasa recta* grosse Meinungsverschiedenheiten. Wir müssen ihnen theils eine venöse, theils eine arterielle Natur zuschreiben.

Vielfach, wenn auch nicht vorwiegend, tragen dieselben nach unseren Beobachtungen (womit auch *Hyrtl* übereinstimmt) einen mehr venösen Charakter, indem sie von Fortsetzungen der Kapillarnetze der Rindensubstanz gebildet werden (Fig. 521. *f*).

Ihnen gesellen sich dann die *Vasa efferentia* (Fig. 522. *g*, 527. *ef. b*) tief gelegener Glomeruli (*m*) bei. Vermuthlich ist diese Zufuhrquelle des Blutes die wichtigere.



Fig. 528. Aus der Grenzschicht der menschlichen Niere. *a* Arterienstämmchen; *b* ein Astsystem desselben, welches die *Vasa afferentia* zweier Glomeruli bei *c* und *d* liefert; *f* ein anderer Ast (*Arteriola recta*) mit Zerfall in gestreckte Kapillaren der Marksubstanz *g*.

Ganz unerheblich sind dagegen unseren Beobachtungen nach arterielle Zweige, welche schon vor Abgabe der Glomerulusäste die knaueltragende Arterie verlassen haben (*Arteriolae rectae*) und in jenen gestreckten Gefässbezirk der Markmasse sich einsenken (Fig. 522. *h*, Fig. 528. *f*).

Vielfach, wie schon früher erwähnt wurde, ist die Auflösung stärkerer Stämmchen zu jenen *Vasa recta* eine büschel- oder quastenförmige.

Ganz ähnlich gestaltet sich im Allgemeinen auch der Zusammentritt der rücklaufenden geraden venösen Gefässe (Fig. 522. *m*). Sie beginnen theils als Schlingen, theils aus den Kapillaren des Marks. Andere endlich entspringen aus einem besonderen Kapillarnetz weiterer Röhren der Papillenspitze (*o*). Ihre Einsenkung geschieht in die bogenartigen Venen, welche wir oben, als an der Grenze von Rinde und Mark vorkommend, kennen gelernt haben.

Frühere Versuche, durch den Einstich die Lymphbahn der Niere zu füllen, waren erfolglos geblieben. Erst *Ludwig* und *Zawarykin*[3]) gelang es mittelst eines eigenthümlichen Verfahrens, diese Injektion an der Hundeniere zu erzielen.

Die parenchymatösen Lymphbahnen nehmen die Interstitien des unter der Kapsel befindlichen spaltenreichen Bindegewebes (Fig. 512. *i*) ein, stehen mit den Lymphbahnen der Kapsel nach aussen in Verbindung, und dringen nach innen von den erstgenannten Stellen aus durch Lücken im bindegewebigen Stroma zwischen den Harnkanälen, um die *Bowman*'schen Kapseln und feineren Blutgefässe nach einwärts. Während aber die Kommunikation jener lymphatischen Bahnen im Rindengewebe eine sehr freie ist, füllt man erst nachträglich die engen Lymphkanäle des Markstrahls und zuletzt die Gänge der Marksubstanz selbst. Das Ganze erinnert im Uebrigen an die Lymphwege der männlichen Geschlechtsdrüsen, der weiter unten zu besprechenden Hoden. Die aus der Rinde wegleitenden Lymphkanäle verfolgen, gegen den Hilus strebend, genau die Bahn der Blutgefässe. Klappenführende Lymphgefässe selbst kommen erst am Hilus vor, aus welchem einige sehr starke Stämme hervortreten.

Die Nerven der Niere, sympathischer Natur und aus dem *Plexus renalis* stammend, dringen mit der Arterie ein. Sie sind weder in Verlauf und Endigungen noch in ihren Beziehungen zum Absonderungsprozess gekannt.

Die Entstehung des Organs beim Embryo ist von *Remak*[4]) verfolgt wor-

den. Dieselbe sollte nach diesem Forscher aus dem untersten Theile des Darmrohrs in Gestalt hohler, von dem Darmdrüsenblatt und einer äusseren Faserlage gebildeter Ausstülpungen, also nach Art der Lungen (§ 243) stattfinden. Von diesem Systeme der Hohlgänge aus entstehen später als solide Zellenstränge die Harnkanälchen, welche dann nachträglich erst hohl werden, und die *Membrana propria* gewinnen. Abweichend lauten dagegen die Ergebnisse *Kupffer's*[5]. Nach ihm beginnt die Nierenentwicklung in Form einer hohlen Ausstülpung vom Gang der Primordialniere oder des *Wolff*'schen Körpers[6].

Anmerkung: 1) *Ludwig* in einer früheren Arbeit (Handwörterb. d. Phys. Bd. 2, S. 629) hatte angenommen, dass die letzten Ausläufer der knaueltragenden Arterienzweige das Kapillarnetz der obersten Rindenschicht (*Cortex corticis* von *Hyrtl*) bilden sollten. *Gerlach* hat einen Uebergang arterieller, keine Glomeruli tragender Arterienzweige in das Haargefässnetz der Rinde in noch ausgedehnterer Weise behauptet. Andere haben Aehnliches angenommen. Meinen ziemlich zahlreichen Niereninjektionen zufolge bin ich nicht abgeneigt, die Möglichkeit derartiger Gefässanordnungen zuzugestehen. Regel sind sie aber nicht; sie stellen vielmehr, wie auch *Virchow* (Archiv Bd. 12, S. 310) richtig angibt, Ausnahmen dar. Von grösserer physiologischer Wichtigkeit ist eine andere Beobachtung *Ludwig's*. Von der Oberfläche des Drüsenparenchym nämlich treten feine Gefässe in die Nierenkapsel, und anastomosiren hier mit den Ausläufern arterieller Zweige, welche aus anderen Quellen als der *Art. renalis* gekommen sind. Unterbindet man einem Hunde sorgfältig die beiden Nierenarterien, und injizirt man dann von der Aorta oberhalb der abgebundenen Gefässe, so füllen sich jedesmal mehr oder weniger grosse Abschnitte der Rinde durch die erwähnten Anastomosen der Kapsel. — 2) Ueber den Ursprung dieser *Vasa recta* herrschen sehr verschiedene Meinungen. *a*) Man hat sie aus dem Zusammentritt der tieferen Rindenkapillaren entstehen lassen (*Henle*, *Hyrtl*, *Kollmann* u. A.); *b*) sie aus der *Vasa efferentia* der unteren, dem Mark angrenzenden Glomeruli hergeleitet (*Bowman*, *Koelliker*, *Ludwig*, *Gerlach*) und *c*) ihren Ursprung von selbständigen Seitenzweigen der später knaueltragenden Arterien angenommen (*Arnold*, *Virchow*, *Beale*, *Luschka* u. A.). Unserer Ansicht nach, welche hier mit der *Schweigger-Seidel*'schen stimmt, kommen alle drei Anordnungen wirklich vor. Doch ist das letzte dritte Verhältniss ein so seltenes, dass man grosse Mühe hat, nur eine sichere Anschauung zu gewinnen. Eine Abbildung, wie sie *Chrzonszczewsky* (a. a. O.) Taf. VII, Fig. 1 gegeben hat, beruht auf grober Selbsttäuschung. — 3) a. a. O. — 4) S. dessen bekanntes Werk S. 121, ferner *Koelliker's* mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 373 und Entwicklungsgeschichte S. 432. — 5) *Kupffer's* Arbeiten sind enthalten im Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 1, S. 233 und Bd. 2, S. 473. — 6) Im 3. und 4. Monat des menschlichen Fruchtlebens hat die Niere bereits neben den gewundenen auch gerade Harnkanäle. Die tieferen Kapseln und Glomeruli sind anfangs sehr gross, ebenso die Kanäle weit; nach oben wird alles kleiner. Selbst beim neugebornen Geschöpfe zeigt die Rindensubstanz in ihren verschiedenen Schichten noch ein ungleiches Verhalten (*Schweigger-Seidel*). Bei älteren Früchten und neugeborenen Geschöpfen kommen unter der Nierenkapsel an den Uebergängen der offenen Kanäle in die absteigenden Schenkel der Schleifen stark erweiterte Schlingenbildungen vor. Sie sind von *Colberg* als Pseudoglomeruli beschrieben worden, obgleich sie sich von einem Glomerulus sehr different ergeben. Für diese Verhältnisse verweisen wir auf die gründliche Arbeit von *Schweigger-Seidel* (S. 56). *His* glaubte anfänglich (Archiv mikrosk. Anat. Bd. 1, S. 160) den Urnierenkanal von einer seitlichen Rückenfalte der Embryonalanlage ableiten zu müssen. Nach eigenen Beobachtungen hält dieses zur Zeit noch *Hensen* (*Virchow's* Archiv Bd. 37, S. 81, Note und im Archiv für mikrosk. Anat. Bd. 3, S. 502) fest, während *His* jenen Kanal später an einer andern Stelle erkannte (s. dessen embryologisches Werk, S. 119).

§ 274.

Die Niere, deren spezifisches Gewicht für die Rinde zu 1,049, für das Mark zu 1,044 (*Krause* und *Fischer*) angenommen wird, besitzt nach den Untersuchungen von *Frerichs*[1]) einen Wassergehalt von 82—83,70%. Unter den 18—16,30% fester Bestandtheile macht Albumin den grössten Theil aus. Der Fettgehalt beträgt 0,1—0,63%. Die Reaktion des Gewebes soll im Uebrigen auch hier während des Lebens eine alkalische (*Kühne*), nach dem Tode eine sauere sein[2]). — Was die Mischungsverhältnisse der Drüsenelemente betrifft, so bietet die *Membrana propria* das Verhalten der elastischen Substanz dar, während der Inhalt und die ganze Substanz der Zellen als eiweissartig angesehen werden müssen[3]). Fettmoleküle des Zelleninhaltes erklären den Fettgehalt des Organs, welcher ziemlich wechselt.

Interessant sind die in der Nierenflüssigkeit aufgefundenen Zersetzungsprodukte[4]. Jene zeigt uns Inosit, Hypoxanthin, Xanthin und zuweilen verhältnissmässig reichlich Leucin (*Staedeler*), ferner beim Hunde Kreatin (*M. Hermann*). Beim Ochsen hat man noch Cystin und Taurin angetroffen (*Cloëtta*). Die meisten dieser Stoffe können in den Harn übergehen.

Der Harn, *Urina*[5]), ist bestimmt, einen grossen Theil des in den Körper aufgenommenen Wassers wegzuführen, ebenso die wesentlichen Umsetzungsprodukte der histogenetischen Substanzen, sowie überschüssiger, mit der Nahrung aufgenommener Eiweisskörper, endlich die bei dem Stoffwechsel frei werdenden Mineralbestandtheile oder die im Uebermaass eingeführten Salze. Er wird hiernach, da namentlich die Beschaffenheit der Nahrung seine Mischungsverhältnisse bestimmt, was Menge, Wässrigkeit und sonstige chemische Zusammensetzung betrifft, einen bedeutenden Wechel schon unter mehr normalen Lebensverhältnissen erfahren müssen, eine Differenz, welche bei pathologischen Zuständen, bei dem Gebrauche von Arzneistoffen (die theilweise auch durch die Niere abgeschieden werden) sich noch um ein Namhaftes steigern kann.

Frisch entleert stellt der normale Urin des Menschen eine sauer reagirende, klare, leicht gelbliche Flüssigkeit dar von salzig bitterem Geschmack und einem eigenthümlichen Geruch. Sein spezifisches Gewicht schwankt nach dem grösseren oder geringeren Wassergehalte bedeutend, und kann ungefähr zwischen 1,005—1,030 (mit einem Mittelwerthe von 1,015—1,020) angenommen werden. Die Menge des Harns in dem Zeitraum eines normalen Tages ist verschieden. Sie pflegt 1000 Grms. zu übertreffen, und etwa zwischen 1200—1500 und 1800 Grms. zu liegen.

Beim Abkühlen bildet der normale Harn gewöhnlich ein leichtes Wölkchen, bestehend aus dem zugemischten Schleime der Harnwege, namentlich der Blase, und mit den charakteristischen Plattenepithelien dieser Theile, sowie einzelner Schleimkörperchen.

Der frisch entleerte Harn des Menschen zeigt in der Regel eine sauere Reaktion. Dieselbe beruht nicht auf der Gegenwart einer oder etwa mehrerer freier Säuren (freie Säure fehlt unserer Flüssigkeit jetzt noch vollständig), sondern ist durch saure Salze, vor Allem durch saures phosphorsaures Natron bedingt.

Die wesentlichen Bestandtheile des Urins sind nach dem jetzigen Zustande des Wissens mit grösserer oder geringerer Sicherheit folgende: Harnstoff, Kreatin und Kreatinin, Xanthin und Hypoxanthin, Harnsäure, Oxalursäure, Hippursäure, Oxalsäure, Extraktiv- und Farbestoffe; dabei noch Indikan und Salze. Möglicherweise stellen konstante Harnbestandtheile noch Traubenzucker (*Brücke*), Oxalsäure (gebunden an Kalk), sowie Phenol und Taurol (*Staedeler*) dar. Die Gesammtmenge der festen Stoffe schwankt sehr im Laufe eines Tages, etwa mit 40—70 Grms.

Der Harnstoff (§ 28) erscheint in einer ansehnlichen, 2,5—3% betragenden Menge oder in dem Zeitraum eines Tages mit 25—40 Grms. Indessen sind dieses nur ungefähre Mittelzahlen. Seine Quantität erhöht sich zwar nicht bei Muskelanstrengungen (*Voit*), entgegen einer älteren sehr verbreiteten (und kürzlich wieder vertretenen) Annahme, wohl aber bei reichlicher animalischer Diät (52—53 Grms.), um bei Pflanzennahrung oder völliger Abstinenz beträchtlich (15 und weniger) herabzusinken, wie zahlreiche Beobachtungen lehren. Ebenso steigert reichliche Wasseraufnahme und Abfuhr durch die Niere seine Menge. Der Harnstoff ist das wichtigste Endprodukt stickstoffhaltiger Gewebebestandtheile und somit natürlich der mit der Nahrung eingeführten Eiweisskörper. Er scheint manchfach erst aus der Harnsäure hervorzugehen, wofür neben seiner chemischen Konstitution noch die Beobachtungen von *Wöhler* und *Frerichs*, sowie von *Zabelin* sprechen, dass in die Blutbahn eingeführte Harnsäure die Menge des Harnstoffs im Urin steigert. Aber auch das Kreatin (§ 30) ist als eine Vorstufe betrachtet

worden. Ebenso erhöhen, wie man angenommen, manche Basen, in den Körper gebracht, die Menge unseres Stoffes im Urin, so Glycin, Guanin, Alloxantin [6].

Die Menge der **Harnsäure** (§ 25) ist eine weit geringere, etwa in roher Mittelzahl 0,1% und für den Tag 0,9—0,5, aber auch nur 0,2 Grms. betragende [7]. Sie steigt und sinkt ebenfalls in analoger, wenngleich nicht so erheblicher Weise unter den beim Harnstoff berührten Verhältnissen. Reichlich führt sie der Harn der Säugethiere. Erhöht trifft man sie vielfach bei mit Respirationsstörungen verbundenen Fiebern, eine Zunahme, welche der eben vorgetragenen Ansicht über ihre Bedeutung als eine Vorstufe des Harnstoffs eine neue Stütze gewährt. Die Bildungsstätte derselben kennen wir ebenso wenig mit voller Sicherheit, als diejenige des Harnstoffs [8]. Ihre physiologischen Zersetzungsprodukte, welche im Harn erscheinen, sind neben Harnstoff Allantoin (§ 29), Oxalursäure, Oxal- und Kohlensäure. *Strecker's* Fund, dass Glycin bei der Zersetzung der Harnsäure entsteht, verspricht weiteren Aufschluss. Man nimmt die Harnsäure als harnsaures Natron im Urin an, und zwar in Lösung gehalten durch das saure phosphorsaure. Die Schwerlöslichkeit der Harnsäure und ihrer Salze gibt zu manchfachen Sedimenten Veranlassung. So sehen wir, dass schon beim Erkalten aus einem saturirten Harn ein rosen- oder ziegelartig gefärbtes Sediment von harnsaurem Natron ausfällt.

Interessant ist ferner das Erscheinen eines der zahlreichen Zersetzungsprodukte der Harnsäure im Urin, nämlich der **Oxalursäure** $C_3H_4N_2O_4$. Sie kommt gebunden an Ammoniak vor (*Schunk, Neubauer* [9]).

Die **Hippursäure** (§ 26), scheint unter gewöhnlichen Verhältnissen im menschlichen Urin nur in geringer Menge vorzukommen und doppelter Herkunft zu sein [10]. Einmal besitzt sie wohl die Natur eines Umsatzproduktes stickstoffhaltiger Körperbestandtheile, wofür das Entstehen der Benzoesäure und des Bittermandelöls bei der Oxydation der Eiweisskörper spricht. Doch ist diese Bedeutung eine untergeordnete; denn bei reiner Fleischnahrung sinkt sie zur kleinsten Menge herab. Dann aber stammt sie aus der pflanzlichen Nahrung, welche den Nfreien Bestandtheil unserer Säure liefert. Pflanzenkost erhöht demnach die Menge der Hippursäure beim Menschen. Der Harn der Herbivoren enthält sie reichlich, während derjenige des Kalbes, so lange es noch am mütterlichen Thiere trinkt, von Hippursäure frei bleibt (*Wöhler*).

Dass Benzoesäure [11], ferner Bittermandelöl, Zimmt- und Chinasäure, Toluol, in den Magen eingeführt als Hippursäure durch den Harn ausgeschieden werden, ist schon früher (§ 26) bemerkt worden.

Der stickstoffhaltige Bestandtheil der Hippursäure, welcher unter Wasseraufnahme als Glycin abgespalten wird (§ 33), ist in letzter Linie wohl ein Zersetzungsprodukt leimgebender Gewebe. Wo aber die Vereinigung desselben, d. h. die Bildung der Hippursäure erfolgt, steht noch nicht fest. *Kühne* und *Hallwachs* glaubten vor längeren Jahren die Blutbahn der Leber annehmen zu müssen. Hinterher haben *Meissner* und *Shepard* es mindestens sehr wahrscheinlich gemacht, dass die Hippursäure erst in der Niere gebildet werde [12].

Oxalsaurer Kalk, wie schon bemerkt, ist möglicherweise in kleiner Quantität ebenfalls Bestandtheil eines jeden normalen Harns, jedenfalls sehr allgemein vorkommend. Interessant ist das häufige Erscheinen der Oxalsäure bei der Zersetzung der Harnsäure (S. 38) [13]. Auch an Kreatin kann gedacht werden. Dass Oxalsäure aber auch aus pflanzlicher Nahrung herzustammen vermag, steht fest.

Möglicherweise stellen auch nach *Staedeler* **Karbol-** und **Taurylsäure** (S. 36) integrirende Bestandtheile des menschlichen Harns dar [14].

Mit dem Charakter von Zersetzungsprodukten stickstoffhaltiger Körperbestandtheile, d. h. der Muskulatur und Nervenmasse, erscheinen ferner die § 30 besprochenen Basen, **Kreatin** und **Kreatinin** [15]. Letzteres tritt konstant im menschlichen Harn auf (*Neubauer, Munk*), woneben Kreatin vorzukommen vermag. Im

Hundeharn sind fast regelmässig beiderlei Basen vorhanden (*Voit, Meissner*). Hierfür ist auf die chemische Thatsache Gewicht zu legen, dass Kreatin unter Einwirkung von Säuren in Kreatinin übergeht, während letzteres unter dem Effekt einer alkalischen Lösung zu Kreatin sich verwandeln kann. Das Vorkommen im sauren und alkalischen Harn beurtheilt sich hiernach. Die Menge unserer Körper steigt nach reichlicher Fleischnahrung, wie sie denn auch, in die Blutbahn eingespritzt, durch den Harn ausgeschieden werden (*Meissner*). Bei verhungernden, von der eigenen Muskulatur zehrenden Thiere, steigt die Menge jener Alkoloide (*Voit, Meissner*). Dagegen bleiben Muskelanstrengungen ohne Effekt. Interessant ist der Umstand, dass Hundeharn, nach Unterbindung des Ureter unter hohem Druck abgesondert, keinen Harnstoff mehr, wohl aber reichliches Kreatin enthalten soll [*M. Hermann*[16])].

Xanthin und wohl auch Hypoxanthin kommen dann in sehr kleiner Menge ebenfalls im menschlichen Harn vor. Ersteres zeigt auch der Urin des Hunde nach mässiger Muskelanstrengung (*Meissner*).

Ueber den Traubenzucker, dessen Existenz als eines normalen Harnbestandtheils von *Brücke*[17]) behauptet, von andern dagegen bestritten worden ist, hat sich leider noch keine Einigung erzielen lassen.

Die Extraktivstoffe sind theils Umsatzprodukte des Organismus, theils auch wohl mit den Nahrungsmitteln zusammenhängend. Ihre tägliche Menge wechselt von 8—12 und 20 Grms. und mehr. Nach *Lehmann*'schen Untersuchungen ist sie bei thierischer Nahrung am geringsten, bei vegetabilischer am grössten.

Von den färbenden Materien und dem ungenügenden Zustand unserer Kenntnisse war schon früher (§ 36) die Rede. — Interessant ist der Nachweis des Indikan, des Indigo-Chromogen, nach dem Vorgange *Schenk*'s und *Carter*'s durch *Hoppe* und *Jaffe* (§ 36). So wird es begreiflich, dass man durch Behandeln des Urins mit Mineralsäuren blaue Krystalle von Indigo (Uroglaucin) gewinnt, und in jenem dieselben bisweilen angetroffen hat. Auch Indigroth hat man erhalten[18]). Da nach *Hoppe*'s Untersuchungen Indikan (welches auch im Säugethierharn sich findet) dem übrigen Körper fehlt, dürfte es durch die Thätigkeit der Niere erzeugt sein[19]).

Die Mineralbestandtheile[20]) des Harns sind bei der Natur dieser Flüssigkeit in ihren Quantitäten sehr variabel. Ihre Menge in 24 Stunden kann zwischen 10—25 Grms. angenommen werden. Dieselben bestehen aus Chloralkalien, und zwar fast ganz der Natronverbindung, dem Kochsalz, welches prozentisch zu 1—1,5 erscheint, und dessen tägliche Menge im Mittel nach *Bischoff* 14,73 Grms. beträgt, aber auf 8,64 herabsinken und zu 24,84 Grms. aufsteigen kann. Das Kochsalz, bekanntlich aus der Nahrung stammend, bildet einen integrirenden Bestandtheil des Organismus. In seine Ausfuhr theilen sich der Schweiss und der Harn. Hier kommen merkwürdige Verhältnisse vor.

Sind Blut- und Körpergewebe mit Chlornatrium gesättigt, so wird alles aufgenommene Salz wieder ausgeschieden. Haben jene dagegen eine Verarmung an Kochsalz vorher erlitten, so bleibt die Ausfuhr hinter der Aufnahme so lange zurück, bis der normale Salzgehalt erreicht worden ist. Fehlt jede Zufuhr, wie beim Hungern oder bei kochsalzfreier Nahrung, so wird Chlornatrium zwar noch ausgeschieden, aber in bedeutend geringerer Menge und abnehmender Proportion (*Voit*). Schon nach einigen Tagen soll Eiweiss im Harn alsdann auftreten (*Wundt*) als Beweis beginnender Entmischung des Blutes.

Gering ist dagegen die Menge des Chlorkalium. Chlorammonium scheint spärlich ebenfalls vorzukommen[21]).

Weiter enthält der Urin phosphorsaure Salze, namentlich saures phosphorsaures Natron, dann phosphorsaure Kalk- und Talkerde. In unsern Muskeln kommt bekanntlich das entsprechende Kalisalz (§ 170) vor, während Erdphosphate an histogenetische Stoffe, namentlich Eiweisskörper, gebunden

sind, und endlich Phosphor noch in einer der Gehirnsubstanzen, dem Lecithin, enthalten ist. Aehnlich gestaltet sich auch bei unserer Lebensweise die Aufnahme. Die Menge der Phosphorsäure steigt und sinkt nach der Nahrung; die Abscheidung hört jedoch bei mangelnder Einfuhr nicht auf (*E. Bischoff*).

Der tägliche Verlust durch die Nieren wurde zu 3,8—5,2 Grms. beobachtet [*Breed* [22])]. Die Schwankungen gehen denjenigen des Harnstoffs, welcher ja ebenfalls durch Zerfall der Albuminate entsteht, einigermassen proportional.

Dann finden wir schwefelsaure Alkalien unter den Salzen des Harns. Der tägliche Verlust wurde im Mittel zu 2,094 Grms. getroffen (*Vogel*). Animalische Kost führt Steigerung, vegetabilische Abnahme herbei (*Lehmann*). Da wir mit der Nahrung keine schwefelsauren Salze einzunehmen pflegen, müssen diejenigen des Harns aus der Umsetzung der gewebebildenden, Schwefel in ihrer Zusammensetzung führenden Stoffe des Leibes hervorgegangen sein. Doch auch im Taurin verlässt Schwefel den Organismus, ebenso in den abfallenden Horngewebebestandtheilen.

Ferner besitzt der Harn Spuren von Eisen und Kieselerde, geringe Mengen von Ammoniak, sowie neben einer Spur von Sauerstoff reichlich Stickgas und endlich Kohlensäure[23]).

An nicht konstanten, sowie abnormen, pathologischen Bestandtheilen des Urins (sehen wir ab von zufälligen) haben wir besonders festzuhalten: Albumin (bei manchfachen Krankheiten und Kreislaufstörungen)¹); Hämoglobin (z. B. nach Phosphorvergiftung, nach Injektion von Gallensäuren ins Blut und dadurch bewirkter Zerstörung der rothen Zellen desselben); Traubenzucker (bei Diabetes), Inosit (Diabetes und *Bright*'sche Krankheit[24]), Milchsäure, Fette, Buttersäure, Bernsteinsäure[25]), Benzoesäure[26]), Gallensäuren (§ 27), Gallenpigmente (§ 37), Cystin (theils gelöst, theils krystallinisch und in Konkretionen), Leucin und Tyrosin [bei verschiedenen Krankheiten[27])]. — Allantoin (§ 29), ebenfalls ein künstliches Zersetzungsprodukt der Harnsäure, welches daneben im Fruchtwasser der Wiederkäuer, ebenso im Harn säugender Kälber vorkommt, trafen im Harn der Hunde *Frerichs* und *Staedeler* bei Athembeschwerden, *Meissner* dagegen ganz allgemein nach Fleischfütterung, ebenso bei Kreatineinspritzung[28]). Auch ähnlich gefütterte Katzen bieten es dar.

Harn, welcher eine Zeit lang der Luft ausgesetzt dasteht, erleidet nach einer (und wie wir annehmen richtigen) älteren Angabe zunächst mehrere Tage lang eine saure Gährung[29]), wobei sich Milch- und Essigsäure bilden sollen, die saure Reaktion zunimmt, und die durch Farbestoffe kolorirten Krystalle freier Harnsäure sich ausscheiden. Nach späteren Beobachtungen[30]) wird jedoch diese Annahme als eine irrige erklärt. Der Harn soll bei längerem Stehen an saurer Reaktion abnehmen, das saure phosphorsaure Natron zur neutralen Verbindung sich umsetzen, es sollen saure harnsaure Salze und freie Harnsäure entstehen. Letztere geben Niederschläge (§ 25).

Später bemerkt man eine alkalische Gährung[31]), wobei Harnstoff in Kohlensäure und Ammoniak zerlegt wird (§ 28). Hierbei entfärbt sich der Harn etwas, wird übelriechend, trübt sich, setzt an der Oberfläche ein weisses Häutchen und am Boden ein weissliches Sediment ab. Dieses besteht aus Krystallen der phosphorsauren Ammoniakmagnesia (§ 42) und des harnsauren Ammoniumoxyd (§ 25). Es kann indessen zu dieser alkalischen Gährung schon sehr bald nach der Entleerung, ja noch beim Verweilen des Harns in der Blase kommen.

Anmerkung: 1) *Frerichs*, Die *Bright*'sche Nierenkrankheit, S. 42. — 2) Physiologische Chemie S. 461. — 3) Nach einigen, freilich nicht beweiskräftigen Beobachtungen von *Chrzonszczewsky* (*Virchow*'s Archiv Bd. 31, S. 188) gewinnt es fast den Anschein, als ob das Epithel der *Bowman*'schen Kapsel und der gewundenen Harnkanälchen alkalisch, dasjenige der geraden Gänge aber sauer reagire. — 4) Man s. darüber *Strecker*'s und *Staedeler*'s er-

wähnte Arbeiten, ebenso diejenigen von *Cloëtta* und *Neukomm*, sowie endlich *M. Hermann* Wiener Sitzungsberichte Bd. 36, S. 349. — 5 *Becquerel, Semeiotique des urines.* Paris 1841 übersetzt von *Neubert*, Leipzig 1842; *Lehmann's* Artikel: »Harn« im Handw. d. Phys. Bd. 2, S. 1, sowie dessen Zoochemie, S. 306 und Handb. d. phys. Chemie, S. 278: *Neubauer* und *Vogel*, Anleitung zur Analyse des Harns 6. Aufl. Wiesbaden 1872; ebenso die Zusammenstellungen bei *Gorup* S. 512 und *Kühne* S. 465. Als Bilderwerk vergl. man *Funke*, sowie *R. Ultzmann* und *K. B. Hofmann*, Atlas der physiolog. und patholog. Harnsedimente. Wien 1871. — 6 *Bischoff*, der Harnstoff als Maass des Stoffwechsels. Giessen 1853; *Bischoff* und *Voit*, die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers. Leipzig und Heidelberg 1860, sowie die späteren Arbeiten *Voit's* in der Zeitschrift für Biologie und den Sitzungsberichten der baierischen Akademie der Wissenschaften. Dass die Entstehung des Harnstoffs aus Kreatin *Meissner* für den Thierkörper läugnet, ist schon § 267, Anm. 7 erwähnt worden. Ueber die Umwandlung eingeführter Harnsäure in Harnstoff s. man S. 43, sowie *Neubauer* in den Annalen Bd. 99, S. 206 und *Zabelin* ebendaselbst II. Suppl.-Bd. S. 326. — Während man lange Zeit hindurch unbedenklich in der Niere die im Blute vorhandenen Harnstoff- und Harnsäuremengen nur abfiltrirt werden liess, versuchte man vor Jahren zu der ältesten Meinung zurückzukehren, welche das Organ jene Stoffe bereiten liess, wie die Gallensäuren in der Leber gebildet werden. Es ist dieses namentlich von *N. Zalesky* (Untersuchungen über den urämischen Prozess und die Funktion der Nieren. Tübingen 1865) geschehen, wozu noch *Oppler* (*Virchow's* Archiv Bd. 21, S. 260) und *Perls* (Königsberger med. Jahrbücher IV. S. 56) zu vergleichen sind. Das Irrige jener Annahmen zeigte *Meissner* (*Henle's* und *Pfeufer's* Zeitschr. 3. R. Bd. 26, S. 225, sowie Bd. 31, S. 144), ebenso *Voit* (Zeitschrift für Biologie Bd. 4, S. 77. — 7 Harnsäure kann im Urin der pflanzen- und fleischfressenden Säugethiere ganz fehlen. Während im Sekret des Menschen und der fleischfressenden Säuger der Harnstoff den wesentlichen Bestandtheil bildet, und die Quantitäten der anderen Substanzen neben ihm ganz zurücktreten, andert sich das Verhältniss schon bei Herbivoren, welche wenig Harnstoff neben ansehnlicheren Mengen der Hippursäure darbieten. Der Harn der Vögel und Reptilien besteht vorzugsweise aus Harnsäure. — 8 *Zalesky* hatte seiner Theorie gemäss behauptet, Harnsäure fehle im Vogelblut. Hier fand sie *Meissner*. Harnstoff kommt ebenfalls im Urin der Vögel vor. Die Milz wurde als Bildungsstätte der Harnsäure von *H. Ranke* (Ueber die Ausscheidung der Harnsäure. München 1858. Habilitationsschrift) freilich ohne sichere Begründung hingestellt. — 9 Vergl. *Schunk* in den *Proceedings of royal soc.* Vol. 16, p. 140 und *Neubauer* in seinem und *Vogel's* Werke S. 33. — 10 Zur Hippursäure vergl. man *Hallwachs* in den Annalen Bd. 105, S. 207 und Bd. 106, S. 160; *Weismann* in *Henle's* und *Pfeufer's* Zeitschr. 3. R. Bd. 3, S. 331. Zur Bildung der Hippursäure in der Leber ist nachzusehen *Kühne* und *Hallwachs* in den Göttinger Nachrichten 1857. No. 8, S. 129 und in *Virchow's* Archiv Bd. 12, S. 386 und *Kühne* ebendaselbst Bd. 14, S. 310. Bestritten ist jene Erzeugungsweise worden durch *Neukomm* (*Frerichs* Klinik der Leberkrankheiten Bd. 2, S. 537) und *O. Schultzen* in *Reichert's* und *Du Bois-Reymond's* Archiv 1863, S. 25 und 204; *H. Chase* ebendaselbst 1865, S. 392. Ferneres Material findet sich noch bei *Lücke* in *Virchow's* Archiv Bd. 19, S. 196; *Duchek* in der Prager Vierteljahrschr. 1854, Bd. 3, S. 25; *Rousseau*, *Comptes rendus. Tome* 52, No. 13; *P. Mattschersky* in *Virchow's* Archiv Bd. 28, S. 538; *E. Lautemann*, Annalen Bd. 125, S. 9. Von grösster Wichtigkeit ist aber die schon früher erwähnte Schrift von *Meissner* und *Shepard*, Untersuchungen über das Entstehen der Hippursäure im Organismus. Chemische Mittheilungen über die Umwandlung aromatischer Säuren in Hippursäure machten noch *O. Schultzen* und *C. Graebe* (*Reichert's* und *Du Bois-Reymond's* Archiv 1867, S. 166). Ebenso fand *Shepard* (*Henle's* und *Pfeufer's* Zeitschrift 3. R. Bd. 31, S. 216), dass Vögel eingeführte Benzoesäure nicht als Hippursäure auszuscheiden vermögen; dass es vielmehr zu einer anderen Umsetzung komme. — 11 Schon vor längeren Jahren theilte *Bertagnini* die interessante Thatsache mit, dass Nitrobenzoesäure $C_6H_4NO_2CO_2H$ in den Körper eingeführt als Nitrohippursäure $C_9H_8NO_3NO_2$ ausgeschieden wird. — 12 Wie *Meissner* und *Shepard* fanden, sind es gewisse vegetabilische Nahrungsmittel, welche reichliche Hippursäurebildung bei Herbivoren herbeiführen, so Gras, Kleie, Heu, während enthülste Getreidesamen, Möhren- und Runkelrüben, Kartoffeln einen solchen Effekt nicht üben. Aus ersteren stellten sie eine Masse dar (die sogenannte »Rohfaser«), welche verdauungsfähig ist und einen an Hippursäure reichen Harn liefert. Die Verfasser glauben hierin einen der Chinasäure verwandten Körper annehmen zu dürfen. Sollte *Schultzen's* Beobachtung, dass der Harn des verhungernden Menschen gesteigerte Hippursäuremenge führen kann, sich bestätigen, so würde die Möglichkeit der Entstehung jener Säure unabhängig von pflanzlichen Stoffen nicht mehr bezweifelt werden können. Auch der Umstand, dass bei reiner Fleischnahrung die Hippursäure nicht aus dem Harn schwindet (*Weismann*), sowie dass der Urin arbeitender Pferde reicher an ihr ist als derjenige der ruhenden Luxuspferde (*Roussin*) spricht für eine derartige Entstehungsart. — 13 Harnsaure Salze, in das Blut eingespritzt, steigern, wie den Gehalt an Harnstoff, so auch den an Oxalsäure. — 14 Nach *Hoppe* (*Pflüger's* Arch. Bd. 5, S. 470) bildet sich indessen Phenol erst durch Säureeinwirkung aus einem unbekannten Stoffe hervor. — 15 Ueber diesen Gegenstand s. man neben den

Arbeiten *Voit*'s und *Meissner*'s noch *K. B. Hofmann* in *Virchow*'s Arch. Bd. 48, S. 358. — 16) Wiener Sitzungsberichte Bd. 36, S. 349. — 17) Man vergl. zu dieser Materie *Brücke* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 28, S. 368, Bd. 29, S. 346 u. Allgem. Wiener med. Zeitschr. 1860, S. 74, 82, 91 und 99. Für die *Brücke*'sche Auffassung haben sich noch erklärt: *B. Jones* (*Erdmann*'s Journal Bd. 85, S. 246; *H. Tuchen* (*Virchow*'s Archiv Bd. 25, S. 267); *Kühne* (physiol. Chemie S. 516). Gegen die Existenz des Zuckers im Harn sprachen sich früher aus: *Babo* u. *Meissner* (*Henle*'s u. *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 2, S. 321); *Lehmann* (Handb. d. phys. Chemie S. 140); *Leconte* (*Journ. de phys. Tome* 2, *p.* 593); *Wiederhold* (Ueber den Nachweis des Zuckers im Harn. Göttingen 1859) und *M. Friedländer* (Ueber den vermeintlichen Zuckergehalt des normalen Harns. Leipzig 1864. Diss.). In neuester Zeit ist für den Mangel des Zuckers im Harn namentlich *J. Seegen* (*Pflüger*'s Arch. Bd. 5, S. 359) mit aller Entschiedenheit in die Schranke getreten. — 18) Vergl. § 36. — 19) Blaue Krystallisationen des Harns fand *Heller*, und gab ihnen den Namen Uroglaucin (Archiv f. physiol. Chemie 1845 und 46). Identisch damit ist *Martin*'s Urokyanin (Das Urokyanin. München 1846. Diss.) und *Virchow*'s Harnblau (S. dessen Archiv Bd. 6, S. 259). Ueber Indigo und Indikan im Harn s. man *Sicherer* (Annalen Bd. 110, S. 120); *Schunk* (Chem. Centralbl. 1857, No. 51); *Carter* (*Edinb. med. Journ.* 1859. *p.* 119); *Kletzinsky* in der Wiener med. Wochenschrift 1859, S. 534; *Hoppe* (*Virchow*'s Archiv Bd. 27, S. 388 und Handb. d. phys. und path. Chemie S. 153 und 155), *Kühne*'s Werk S. 508. Neuere Arbeiten über den Harnfarbestoff rühren von *Thudichum* (*The Hasting*'s *Prize Essay* 1863), *E. Schunk* (*Erdmann*'s Journal Bd. 117, S. 382 und *Jaffe* (S. 54, Anm. 4) her. — 20) Von Wichtigkeit für die Mengenverhältnisse der Mineralbestandtheile des Harns sind die Giessener Dissertationen von *Hegar* (Ueber Ausscheidung der Chlorverbindungen), *Gruner* (Die Ausscheidung des Schwefels), *Winter* (Beitrag zur Kenntniss der Urinabsonderung bei Gesunden, 1852), *Mosler* (Beitrag zur Kenntniss der Urinabsonderung, 1853). Man s. ferner *Kaupp* (Archiv für physiolog. Heilkunde Bd. 14, S. 125 und 556), *P. Sick* (Versuche über die Abhängigkeit des Schwefelsäuregehaltes des Urins von der Schwefelsäurezufuhr. Tübingen 1859. Diss.), sowie früher im Archiv für physiolog. Heilkunde 1857, S. 482), *Schultzen* (a. a. O.), *Genth* und *E. Bischoff* in der Zeitschr. für Biologie Bd. 3, S. 309. Wir erwähnen noch *L. Hodges Wood* (s. Jahresbericht von *Virchow* und *Hirsch* für 1869, Bd. 1, S. 107); *G. J. Engelmann* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Arch. 1871, S. 14; *E. Salkowsky* in *Virchow*'s Archiv Bd. 53, S. 209; *S. L. Schenk*, Ueber das Verhalten des Chlor im Organismus. Allg. Wiener med. Zeitung 1872, No. 17. — 21) S. *Neubauer* in *Erdmann*'s Journal Bd. 64, S. 177 und 278; *Bamberger* in d. Würzburger med. Zeitschr. Bd. 1, S. 146; *Brücke* (Wiener Sitzungsberichte 1867, Abth. 2). — 22) Annalen Bd. 78, S. 150. Man s. auch noch *Bocker* im Archiv f. gemeinsch. Arbeit. Bd. 2 und *Haxthausen*, *Acid. phosphor. urinae. Halis* 1860. *Diss.* — 23) *Planer* in der Zeitschrift d. Gesellsch. d. Aerzte zu Wien 1859, No. 30, sowie *Pflüger* in s. Arch. Bd. 2, S. 157. — 24) Man s. die Arbeiten von *Cloëtta* und *Neukomm*, ferner *Vohl* im Archiv für phys. Heilkunde N. F. Bd. 2, S. 410 und *N. Gallois*, *De l'Inosurie. Paris* 1864. — 25) Bernsteinsäure soll nach *Meissner* und *Shepard*, sowie *Koch* (§ 24) wenigstens einen sehr häufigen Bestandtheil des Menschen-, Hunde- und Kaninchenharns bilden. Ihre Quellen könnten sehr verschiedene sein, da sie durch Reduktion aus Weinsäure, Aepfelsäure und Asparagin, ebenso durch Oxydation aus Fetten und Benzoesäure entstehen kann (*Meissner* mit *Jolly* und *Shepard* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift. 3. R. Bd. 24, S. 97). Indessen wie *Salkowsky* (*Pflüger*'s Archiv Bd. 4, S. 95) später fand, soll der Menschen- und Hundeharn weder in der Regel, noch oft Bernsteinsäure enthalten. Gegen die Entstehung der letzteren aus Benzoesäure sprach sich auch *M. von Nencki* (in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1870, S. 399) aus. — 26) Benzoesäure (§ 26, Anm. 2) kann als Fäulnissprodukt der Hippursäure auftreten, ebenso nach reichlicherer Aufnahme durch den Harn unverändert ausgeschieden werden. — 27) *Frerichs* und *Staedeler* in den Zürcher Mittheilungen Bd. 4, S. 92. — 28) *Frerichs* und *Staedeler* a. a. O. Bd. 3, S. 462; *Meissner* und *Jolly* (a. a. O. Bd. 24, S. 104) sowie *Meissner* (Bd. 31, S. 302). — 29) *Scherer* in d. Annalen Bd. 42, S. 171 hatte eine saure Gährung des Harns angenommen. Man vergl. dagegen *Voit* und *Hofmann* (Centralblatt 1867, S. 886). — Der Harn enthält Fermentkörper, wie Pepsin und eine dem Ptyalin nahe kommende Substanz, welche *Béchamp* »Nephrozymase« getauft hat (*Comptes rendus Tome* 60, *p.* 445, 61, *p.* 231, 374). — 30) *Voit* in den Münchner Sitzungsberichten 1867, Bd. 2. — 31) Sie beruht auf einer Fermentwirkung, auf der Bildung einer kleinen Torulacea (*Schoenbein* in *Erdmann*'s Journal Bd. 92, S. 159) und *Van Tieghem* (*Comptes rendus, Tome* 58, *p.* 210).

§ 275.

Wir kommen zu der Frage, wie weit die Harnsekretion nur in Abscheidung von im Blute vorher vorhandenen Substanzen besteht.

Da man einige der wichtigsten und bestgekannten Harnbestandtheile in jener

Zentralflüssigkeit des stofflichen Geschehens angetroffen hat (§ 75), schien lange Zeit hindurch die Urinabsonderung einem einfachen Filtrationsprozesse vergleichbar, und so in wesentlichem Gegensatz zur Gallenbildung in der Leber zu stehen. Allerdings haben sich die Angaben *Zalesky*'s, dass die Niere Harnstoff und Harnsäure erzeuge, als irrig ergeben [1]. Doch mahnt Manches zur Vorsicht, so die häufig saure Natur des Harns, und die angeblich gleiche Beschaffenheit unseres Organes (auch bei Thieren, welche alkalischen Harn entleeren), die Umwandlung der Benzoesäure in Hippursäure in der Niere selbst (*Meissner* und *Shepard*), der Umstand, dass Eiweiss unter Normalverhältnissen nicht transsudirt u. a. m. Höchst wahrscheinlich wird man in der Urinbildung die Vereinigung eines Filtrations- und eines Sekretionsaktes zuletzt erkennen.

Die oben geschilderte Textur der Niere muss die Frage entstehen lassen, von welchem ihrer beiden Gefässbezirke, demjenigen des Glomerulus oder dem die Harnkanälchen umspinnenden Netze, die Abscheidung geschehe.

Bedenkt man, dass Niere und Glomerulus bei den Wirbelthieren Hand in Hand gehen, so wird man gerade auf diese Abtheilung des Gefässsystems für die Urinsekretion (oder doch wenigstens die Wasserabscheidung) den grösseren Werth zu legen haben; auch wenn der Drüsenzelle des gewundenen Kanälchen jene sekretbildende Eigenschaft zukommt, und sie, was wohl kaum zu bezweifeln, mehr darstellt als eine indifferente Epithelialdecke. Letztere Natur scheinen unserer Ansicht nach erst die Zellen der gerade laufenden Kanäle von der Aussenfläche des Markstrahls bis zur Papillenspitze zu besitzen.

Erinnern wir uns, dass bei Mensch und Säugethier das *Vas afferens* in dem Glomerulus neben den Windungen auch eine Verzweigung erfährt, und dass diese Aestchen nachträglich wieder zu dem engeren *Vas efferens* zusammentreten, so muss einmal in den Windungen des Glomerulus bei der Vergrösserung des Querschnittes eine beträchtliche Verlangsamung der Strömung eintreten, die dann einer nachträglichen Beschleunigung im *Vas efferens* Platz zu machen hat, während in dem Kapillarnetz um die Harnkanälchen eine abermalige und stärkere Verlangsamung folgen wird. Die Länge des Abflussrohres (des *Vas efferens*) wird aber zugleich zu einer Stauung des Blutes im Glomerulus und somit zu einem erhöhten Seitendruck (der den des zweiten Kapillarsystems bedeutend übertrifft), also zu für die ganze Sekretion oder Wasserabscheidung günstigsten Verhältnissen führen. Das die Harnkanälchen umstrickende Kapillarnetz, dessen Blut sicher unter geringem Drucke steht, scheint wohl theilweise mehr die Bedeutung eines resorbirenden zu besitzen, welches den durchtretenden Harn eines Theiles seines Wassers wieder berauben müsste [*Ludwig* [2]]. Die eigenthümliche Ausbreitung des *Vas efferens* zuerst zu den Gängen des Markstrahls und von hier nachträglich zu den gewundenen Rindenkanälchen verspricht überdies von physiologischer Bedeutung zu werden.

Die Wegleitung des Harns und der Abfluss zu den Oeffnungen der Papillen heraus geschieht ohne muskulöse Beihülfe durch die beständig nachfolgende Sekretion, welche die Flüssigkeitssäule in dem Harnkanälchen vorschiebt. In dem Harnleiter kommt noch das Herabsinken in die tiefer gelegene Blase hinzu und wohl auch die Kontraktionen der Ureterenmuskulatur [*Engelmann* [3]]. Ebensowenig wie oben in die Nierenpapille kann bei bekannten anatomischen Verhältnissen weiter unten ein Rücktreten in die Harnleiter aus der Blase später erfolgen.

Anmerkung: 1) S. § 274, Anm. 6. — 2) *Ludwig* im Handw. d. Phys. Bd. 2, S. 617 und in seiner Physiologie Bd. 2, S. 427; ebenso *Donders*' Physiologie Bd. 1, S. 467. Nach der Ansicht *Bowman*'s (a. a. O. *p.* 73) sondern die Glomeruli vorzugsweise das Wasser ab, und die Drüsenzellen der Harnkanälchen enthalten die aus dem Blute entnommenen festen Harnbestandtheile, welche das vorbeiströmende Harnwasser auswäscht. Aehnliches nimmt auch *Wittich* (*Virchow*'s Archiv Bd. 10, S. 325) an. Ein höchst wichtiges Argument für diese *Bowman*'sche Theorie theilte uns soeben *Heidenhain* (Arch. für mikrok. Anat. Bd. 10, S. 36) mit. (Wir bedauern, die treffliche Studie für die Nervenstruktur nicht mehr benutzen zu können.) Indigoschwefelsaures Natron, in die Blutgefässe des Säugethiers injizirt, wird

nicht durch die Glomeruli, sondern nur durch die gewundenen Harnkanälchen der Rinde ausgeschieden. Ich hatte schon im letzten Jahre mit meinem Schüler *Ewetzky* das gleiche Resultat für Kaninchen erhalten. — 3) S. *Pflüger*'s Arch. Bd. 2, S. 243.

§ 276.

Die Harnwege beginnen mit den Nierenkelchen (*Calices renales*) und dem Nierenbecken (*Pelvis renalis*). Diese Theile zeigen eine äussere bindegewebige Haut, eine mittlere Lage sich kreuzender glatter Muskeln, die in den Kelchen noch wenig entwickelt ist, eine innere Schleimhaut mit geschichtetem Epithelium eigenthümlicher pflasterförmiger Zellen, deren wir schon S. 148 zu gedenken hatten. In ihr können bei grösseren Säugethieren und dem Menschen Schleimdrüsen bald mehr tubulös, bald traubig, entweder häufig (wie beim Pferd) oder seltener (beim Menschen) vorkommen [1].

Der Ureter [2]) behauptet denselben Bau; nur wird die aus äusseren longitudinalen und inneren zirkulären Fasern bestehende Muskelschicht stärker, und nach abwärts kommt noch eine dritte innerste, abermals längslaufende Lage glatten Muskelgewebes hinzu [3]. Die Blutgefässe bilden dicht unter dem Epithel ein engmaschiges Netz feiner Röhren [4]. In der bindegewebigen Aussenschicht des Harnleiters liegt beim Kaninchen ein Nervenplexus fast ohne Ganglienzellen. Die Endigung der nervösen Elemente kennt man hier noch nicht.

Bekanntlich senken sich die Harnleiter in ein rundliches Divertikel, die Harnblase, *Vesica urinaria*, ein, die Wand derselben in schiefer Richtung durchbohrend. Der Bau der Blase ist im Uebrigen ein ähnlicher. Ihre Faserhaut wird noch theilweise von einer serösen Membran, der Peritonealhülle, umgeben. Die muskulöse Mittelschicht erreicht eine bedeutende Mächtigkeit, zeigt aber nicht mehr die reguläre Anordnung der Harnleiter, sondern besteht in ihrer Hauptmasse aus schief und quer laufenden, netzförmig vereinigten Faserbündeln. Am Blasenhals tritt eine stark entwickelte Ringschicht, der *Sphincter vesicae* auf, und ebenso verlaufen noch äusserlich über die vordere Blasenwand und den Scheitel des Organs längsgerichtete Muskelmassen, den sogenannten *Detrusor urinae* darstellend [5]. Indessen scheint manches in der Anordnung dieser Muskulatur recht wechselnd sich zu gestalten. Die Schleimhautoberfläche bleibt auch hier glatt, und behält das charakteristische Plattenepithelium. Im Fundus und Blasenhals stehen einfache Schleimdrüschen. Ein entwickeltes Haargefässnetz liegt auch hier dicht unter dem Epithel. Die Nervenendigung [6]) kennt man ebensowenig für die Blase als den Harnleiter.

Die weibliche Harnröhre (*Urethra*) zeigt eine mit starken Längsfalten versehene, papillenführende Schleimhaut und in der Nähe der Blase zahlreiche Schleimdrüsen von einfacherem oder mehr zusammengesetzterem Bau. Die grösseren derselben tragen den Namen der *Littre*'schen Drüsen. Die stark entwickelte Muskellage besteht aus getrennten längs- und querlaufenden Faserbündeln, und das Epithelium ist ein plattenförmiges. Sehr ansehnlich endlich ist der Reichthum plexusartiger Gefässe in der Wandung jenes Theiles [7].

Anmerkung: 1) Vergl. *G. Palladino* (*Estratto dal Bulletino dell' Associazone dei Naturalisti e Medici. Anno I. No. 5. Napoli*), *Sertoli* (*Gazetta med.-veterin. Giugno* 1871), *Unruh* (Archiv für Heilkunde 1872, S. 289) und *T. Egli* (Archiv für mikr. Anat. Bd. 9, S. 653). — 2) Vergl. *M. J. Bouvin, Over den bouw en de beweging der ureteres. Utrecht* 1869; *Engelmann* a. a. O.; sowie den Aufsatz von *H. Obersteiner* über Harnblase und *Ureteren* bei *Stricker* S. 517. — 3) Nur zwei Lagen, eine innere longitudinale (stärkere) und eine äussere zirkuläre (schwächere) findet *Henle* (Eingeweidelehre, S. 321, Anm.). — 4) Nach *Engelmann* soll beim Kaninchen das Epithel sogar unmittelbar jenem Kapillarnetz aufsitzen (?). — 5) Eigenthümliche Angaben über die Blasenmuskulatur hat in neuerer Zeit *J. P. Pettigrew* (Philos. Transactions, Vol. 157, P. I, p. 171) gemacht. — 6) Schon oben S. 343 gedachten wir der Angabe *Kisseleff*'s über eine Nervenendigung in besonderen Körperchen der Epithelialschicht beim Frosche. — 7) Man vergl. *Henle* a. a. O. S. 335 und *Klein* im *Stricker*'schen Werk S. 661.

5. Der Geschlechsapparat.

§ 277.

Der weibliche Geschlechtsapparat besteht aus den **Eierstöcken**, den **Eileitern**, die sich in ein Divertikel, den **Fruchthälter**, einsenken, aus der **Scheide** und den äusseren **Geschlechtsorganen**. Mit dem Geschlechtsleben des Weibes ist endlich noch die **Milchdrüse** verbunden.



Fig. 529. Der Eierstock. *a* Das *Stroma*; *b* reifere *Graaf*'sche Follikel; *c* ein grosser; *d* ein frischer gelber Körper mit der gewucherten Innenschicht *; *e* ein altes *Corpus luteum*; *g* Venen mit ihrer ersten Verästelung *f* im Organ.

Der **Eierstock**, **Ovarium** (Fig. 529), der wichtigste Theil des Ganzen, stellt ein eigenthümliches Organ her[1].

Man kann an demselben eine Art **Marksubstanz**, d. h. eine nicht drüsige, aber ungemein blutreiche bindegewebige Masse, und ein letztere umlagerndes **Drüsenparenchym** unterscheiden. Man hat die innere Lage mit dem Namen der **Gefäss-**, die äussere Schicht mit der Benennung der **Parenchym-Zone** hinterher versehen (*Waldeyer*).

Um zunächst der inneren Partie zu gedenken, so beginnt dieselbe am sogenannten Hilus des Organs (**Hilusstroma** von *His*), wo gewaltige Blut- und Lymphgefässe ein- und austreten. Von starken, ausserordentlich zahlreichen Blutgefässen durchsetzt, erscheint dieser bindegewebige Kern als eine schwammige rothe Masse, dem kavernösen Gewebe vergleichbar.

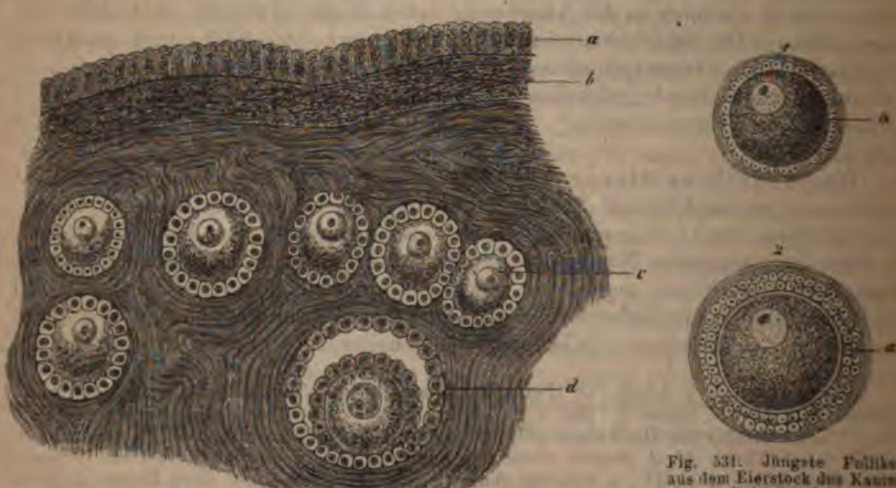


Fig. 530. Eierstock des Kaninchens. *a* Keimepithel (angebliche *Serosa*); *b* Rinden- oder äussere Faserlage; *c* jüngste Follikel; *d* ein etwas weiter ausgebildeter älterer.

Fig. 531. Jüngste Follikel aus dem Eierstock des Kaninchens. Bei 1 ist das Ovulum bei *a* noch ohne *Zona pellucida*; bei 2 beginnt dieselbe bei *a*.

Peripherische Ausstrahlungen dieses Gewebes bilden nun das Fachwerk des drüsigen Rindenparenchym, und treten schliesslich wieder in festerer Verwebung zu einer peripherischen Grenzschicht zusammen (Fig. 530, *b*). An dieser aber

wollten früher die Anatomen eine innere Lage von festem Gefüge als *Albuginea* von einer äusseren, dem serösen Ueberzuge, unterscheiden. Das existirt aber alles nicht. Nur eine Lage ziemlich niedriger Zylinderzellen (*a*) erscheint an der Oberfläche des (nicht vom Bauchfell überzogenen) Ovarium. Wir wollen sie mit dem passenden Namen des Keimepithel bezeichnen.

Nach dieser allgemeinsten Schilderung müssen wir mit dem wesentlicheren drüsigen Theile unsere Darstellung beginnen.

Unmittelbar unter jener Grenzschicht findet sich eine merkwürdige, erst in neuerer Zeit erkannte fast gefässfreie Lage, die der werdenden Drüsenbestandtheile, welche man als kortikale oder als Zone der primordialen Follikel [2]) bezeichnen kann.

Hier (*c. d*) liegen gedrängt in mehreren Lagen die wesentlichen Gebilde unseres Organs, die jungen Eizellen, schöne kuglige Elemente von etwa $0,0587^{mm}$ mit hüllenlosem, körnigem, Fettmoleküle enthaltendem Protoplasma und einem sphärischen, ungefähr $0,0226^{mm}$ messenden Kerne (Fig. 531. 1). Umhüllt ist jede Eizelle von einem Kranze oder Mantel kleiner nukleirter Zellen. Die schmalen Zwischenbrücken des Gerüstes oder *Stroma* bestehen hier aus dicht gedrängten gekernten Spindelzellen des Bindegewebes, und stellen im Allgemeinen für jede Eizelle und ihren Zellenkranz ein besonderes Fachwerk her, welches gegen den Hohlraum durch eine mehr homogene Grenzschicht sich absetzt. Dieses ist der sogenannte Follikel des Ovarium in seiner Jugendform. Wir haben uns hier zunächst an das Organ des Kaninchens gehalten. Nicht selten findet man auch neue mehr traubige Gruppirung (s. u. Fig. 536. *c*) der Eizellen, so bei Hund und Katze (*Waldeyer*). Beim Menschen und grossen Säugern (z. B. dem Schwein) ist das Bindegewebe massenhafter, und die Eizellen liegen entfernter von einander.

Geht man nun von dieser äussersten Lage, welche einen enormen Vorrath der Eikeime darbietet [3]), mehr nach einwärts, so werden die Follikel allmählich weiter entwickelt angetroffen. So begegnet man hier welchen, die auf einen Durchmesser von $0,0902-0,1805^{mm}$ gelangt sind. Das von ihnen umschlossene Ei hat sich ebenfalls vergrössert und mit einer festen Hülle oder Membran umkleidet (2). Noch erfüllen den engen sphärischen Hohlraum die kleinen, das Ei umhüllenden Zellen vollständig; aber ihre Lage ist eine mehrfache geworden. Ein den Follikel umziehendes Kapillarsystem, indessen noch spärlich, lässt sich ebenfalls schon jetzt bemerken. In anderen grösseren Follikeln (Fig. 530. *d*) beginnen die Lagen jener kleinen zelligen Elemente sich von einander zu entfernen, so dass ein spaltartiger Hohlraum des Innern sich auszubilden anfängt [4]).

Dieser wird dann mit dem weiteren Heranwachsen des Follikels grösser und grösser, um sich mit wässriger Inhaltsflüssigkeit zu erfüllen.

Ein derartiger Follikel mag etwa $0,3835-0,4512^{mm}$ messen. Seine Wandung, jetzt ein vollkommen entwickeltes Kapillarnetz enthaltend, zeigt, angedrückt an einer Stelle der Innenfläche, das vergrösserte, bis auf $0,1805^{mm}$ herangereifte Ei, dessen Kernbläschen $0,0609^{mm}$ misst, während sein Kernkörperchen $0,0135^{mm}$ darbietet. Auch die derbe Zellenkapsel ist bis $0,0063^{mm}$ dick geworden. Vollkommen umhüllt ist das Ei von dem Kranze kleiner geschichteter Zellen, welche dann peripherisch als Epithelialbekleidung über das ganze Follikelinnere sich erstrecken.

Endlich pflegt das Ovarium (Fig. 529) noch eine beschränkte Anzahl (12, 15—20) reifer Follikel zu beherbergen, deren Auffindung schon am Ende des 17. Jahrhunderts gelungen war, und welche mit dem Namen des Entdeckers als *Graaf*'sche Follikel bezeichnet worden sind. Diese bieten nach Reife und Körpergrösse des Säugethieres Durchmesser von ungefähr $1-8^{mm}$ dar (*b. c*).

Einen solchen Follikel mit seiner Wandung *d. e*, der Epithelialauskleidung *c*, dem mächtigen Innenraum und dem in verdickter Epithelialmasse *b* eingebetteten Ei *a* kann unsere Fig. 532 versinnlichen.

An der Wandung des Ganzen, der *Theca* oder ***Membrana folliculi*** unterscheidet man eine innere und äussere Lage. Erstere zeigt die kapillare Ausbreitung der Blutbahn, während durch die Aussenschicht (*e*) die Verzweigungen der gröberen Gefässe geschehen. Letztere besteht aus den gleichen Bestandtheilen wie die übrige Gerüstemasse, nämlich aus faserigem Bindegewebe und besonders dicht gedrängten Spindelzellen.

Indem äusserlich die Blut- und auch Lymphgefässe des Gewebes weite sinuöse Hohlräume um jene Lage der Follikelwandung bilden, gelingt es leicht, den unversehrten Follikel aus seiner Umgebung herauszuschälen. Die Innenschicht der Follikelwandung zeigt radial eintretende Kapillaren, welche sich zu einem sehr dichten rundlichen Maschennetz nach einwärts ausbreiten. Einem embryonalen Gewebe vergleichbar, ist sie ausnehmend reich an Zellen von verschiedener Form und Dimension. Neben kleineren, an lymphoide Elemente erinnernden findet man andere grössere Zellen, rundlich oder polygonal, bis zu 0,0226^{mm}. Sie nehmen theils die Lücken zwischen den Gefässen ein, theils umhüllen sie letztere mantelartig, in einer Art, welche an eine früher (§ 211) geschilderte Bildungsweise der Gefässwandung erinnert (*His*).



Fig. 532. Reifer Follikel. *a* Ei; Epitheliallage dasselbe umhüllend *b* und den Innenraum auskleidend *c*; *d* bindegewebige Wand; *e* Aussenfläche des Follikels.

Erfüllt und prall erhalten wird der *Graaf*'sche Follikel von jener Flüssigkeit, deren beginnende Ansammlung wir schon oben erwähnt haben. Dieselbe ist wasserhell, alkalisch reagirend und Albuminate enthaltend. Sie trägt den Namen des *Liquor folliculi*. Die die Innenfläche schwach geschichtet bedeckenden kleinen gekernten rundlichen Zellen messen etwa 0,0074—0,0113^{mm}, und sind als *Formatio granulosa* oder *Membrana granulosa* in ihrer Gesammtheit beschrieben worden. Durch Auflösung ihrer Zellenkörper mag das Eiweiss jener Flüssigkeit sich vielleicht erklären.

Die Stelle, wo jene Zellenform die grösste Mächtigkeit erreicht, um das Ei zu umschliessen, (*Cumulus proligerus* der Embryologen, *C. ovigerus* bei *Koelliker*), glaubte man früher als den nach der Peripherie des Organs gekehrten Theil des Follikels bezeichnen zu müssen. Genauere Untersuchungen der Neuzeit haben jedoch zum Theil ein anderes Resultat geliefert. In der Regel (oder wenigstens häufig) liegt das Eichen an derjenigen Stelle der Follikelhöhle angeheftet, welche am entferntesten von der Oberfläche des Eierstockes ist (*Schrön*, *His*). Doch kann auch erstere Lage vorkommen (*Waldeyer*).

Das reife Ei, *Ovulum* (Fig. 533. 1, 2), ist immer noch von bedeutender Kleinheit und deshalb erst spät aufgefunden[6]). Zu seiner näheren Erforschung erfordert es eine Reinigung von den aufsitzenden, jetzt verlängerten und strahlig angeordneten Zellen der *Formatio granulosa* (2. *c*). Dann erscheint es als kugliges Gebilde, 0,28, 0,22—0,1879^{mm} im Durchmesser, als eine schön ausgebildete, mit

einer dicken Kapsel umgebene Zelle. Alle ihre Theile haben aber von den Forschern früherer Zeit besondere Namen erhalten.

Die Kapsel wird *Zona pellucida* oder *Chorion* genannt. Sie erscheint als eine wasserhelle, festweiche Masse, zunächst unter ganz homogenem Ansehen, höchst wahrscheinlich überall jedoch von Porenkanälen (s. Fig. 73, S. 85) durchzogen. Ihre Dicke beträgt jetzt 0,0090—0,0113mm. Die Herkunft der *Zona* ist zur Zeit noch nicht ermittelt. Sie kann einmal von der Eizelle gebildet sein, dann aber auch dieser von aussen her aufgelagert werden, als das geformte Produkt der umhüllenden Epithelzellen. Wir halten Letzteres für wahrscheinlicher [7])

Die chemischen Reaktionen zeigen eine schwer in Alkalien lösliche, an die elastische Materie erinnernde Substanz.

Der Zellenkörper (*b*), mit einer erhärteten Rindenschicht versehen, ist eine bei Säugethier und Mensch mehr oder weniger undurchsichtige Masse, und enthält in zähflüssigem Substrat Moleküle eines geronnenen Eiweisskörpers, sowie Körnchen und Tröpfchen von Fett. Er trägt den Namen des Dotters, *Vitellus*.

Der Kern (1. *c*), als Keimbläschen, *Vesicula germinativa* oder *Purkinje*'sches Bläschen bekannt, liegt im reifen Ovulum exzentrisch, und erscheint als ein höchst zierliches, vollkommen kugliges und wasserklares Bläschen von 0,0377—0,0451mm Durchmesser mit einem rundlichen, fettartig erglänzenden Nukleolus (*d*) von 0,0046—0,0068mm, dem sogenannten Keimfleck, *Macula germinativa* oder dem *Wagner*'schen Fleck.



Fig. 533. Das Säugethierei. 1. Ein solches, welches durch einen Riss der Eihülle *a* den Dotter *b* theilweise austreten lässt *b**; *c* das hervorgetriebene Keimbläschen mit Keimfleck *d*. 2. Ein reifes Ei, bedeckt von den strahlig geordneten Epithelialzellen *c*, mit dem Chorion *a* und dem Dotter *b*.

Wenden wir uns nun zu den Blut- und Lymphgefässen, sowie den Nerven des Ovarium [8]).

Der Blutgefässe haben wir schon hier und da gelegentlich in der vorhergegangenen Schilderung zu gedenken gehabt.

Mächtige arterielle und venöse Zweige, erstere unter starken korkzieherartigen Windungen, gelangen an den Hilus, und verzweigen sich zunächst in dem Stroma desselben oder der Marksubstanz, so dass dieser Theil wesentlich ein Gefässkonvolut herstellt. Das Zwischengewebe desselben kommt nur spärlich vor, und besteht aus Zügen sich durchkreuzender Spindelzellen, welche von der muskulösen Mittelschicht jener arteriellen Gefässe abbiegen. Mit dieser Zwischensubstanz fest verwachsen, und beim Durchschneiden klaffend, erscheinend sind die Venenwandungen. So wollte man das ganze Gewebe jenes sogenannten Hilusstroma als modifizirte, selbst wieder von feinen Gefässen durchzogene Gefässwandung ansehen (*His*), wie denn das ganze Verhältniss an die *Corpora cavernosa* erinnert (*Rouget*). Jene Spindelzellen der Marksubstanz werden dem Erwähnten zufolge als muskulöse zu betrachten sein (§ 163 S. 289). Kontraktilität des frischen Ovarialstroma ist denn auch von *His* und mir beobachtet worden.

Von der Peripherie des Hilusstroma treten ferner reichliche Büschel jener Blutgefässe zwischen den inneren Follikeln hindurch gegen die Organoberfläche zu. Sie versorgen dabei die Follikel selbst mit einem stark entwickelten, schon oben geschilderten Gefässnetze. Die Fortsetzungen jener aber dringen bis gegen die

Zone der Kortikalzellen empor, und biegen zum grössten Theile vor dieser, welche fast ganz gefässlos bleibt, schleifenförmig um.

Wie an Blutgefässen ist auch das ganze Hilusstroma sehr reich an lymphatischen Bahnen. Letztere, in ihrer Anordnung den Venen gleich, bieten uns überall die charakteristischen Gefässzellen nach der Höllensteinbehandlung dar.

Von besonderem Interesse ist das Verhalten jener Lymphkanäle zu den Follikeln. Grosse, gegen die Oberfläche andrängende der letzteren zeigen ein reichliches Netz derselben, welches seinen Hauptsitz in der äusseren Follikelhaut hat. In der Mitte der Follikelkuppe (welche auch an Blutgefässen arm ist) kommt nach *His* eine von Lymphkanälen freie Stelle vor. Auch kleinere Follikel, sobald sie ihre Innenhaut angelegt haben, sind bereits von einem lymphatischen Netze umsponnen; lange ehe sie die Organoberfläche erreicht haben.

Die zahlreichen Nerven des Ovarium stammen vorwiegend aus den Genitalganglien, wie *Frankenhäuser* fand (§ 279), enthalten markhaltige und marklose Fasern, dringen mit den Arterien in das Organ ein, sind aber in ihrem weiteren Verlaufe völlig unbekannt.

Mit dem Namen des Nebeneierstocks, *Paroarium*, bezeichnet man (nach verbreiteter Annahme) einen Ueberrest der sogenannten Urniere oder des *Wolff*schen Körpers, welcher in Gestalt geschlängelter Kanäle durch die *Ala vespertilionum* vom Ovarium nach der Tuba sich erstreckt. Beim menschlichen Weibe haben die Gänge eine bindegewebige Wand, bekleidet von Flimmerepithelium, und einen wasserhellen Inhalt [9]. Nicht selten wird eins dieser Kanälchen ungewöhnlich gross und den Rand des Organes als eine gestielte Hydatide überragend getroffen.

Die Mischungsverhältnisse des Ovarium harren noch einer Durchforschung. Die spezifische Schwere des menschlichen Organs beträgt 1,045 [*Krause* und *Fischer* [10]]. Das Säugethierei gestattet bei seiner Kleinheit keine chemische Untersuchung [11].

Anmerkung: 1) Zur Literatur des Eierstocks vergl. man *Bischoff*'s Entwicklungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen. Leipzig 1842, sowie dessen Schrift: Beweis der von der Begattung unabhängigen Reifung und Loslösung der Eier der Säugethiere und des Menschen. Giessen 1844 (und *Annal. d. scienc. nat. Série* 3, *Tome* 2, *p.* 304), die Lehrbücher von *Gerlach*, *Henle* (Eingeweidelehre, S. 477), *Koelliker* (5. Aufl. S. 543) u. A., die schönen bildlichen Darstellungen von *Ecker* in dessen *Icon. phys.* Taf. 22, sowie unter den Neueren *O. Schrön* in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 12, S. 409; *Pflüger*, Ueber die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen. Leipzig 1863, mit 5 Taf. und *His* im Archiv für mikr. Anatomie Bd. 1, S. 151 (Eierstock des Säugethiers) und in seinem embryologischen Werke S. 1 (Ovarium des Vogels); vor allen Dingen aber *Waldeyer*'s Monographie: Eierstock und Ei. Leipzig 1870, sowie die Bearbeitung im *Stricker*'schen Sammelwerk S. 544 (das Beste, was je über das Ovarium geschrieben wurde). Ferner sind an kleineren Angaben noch zu erwähnen: *Klebs* in *Virchow*'s Archiv Bd. 21, S. 362; *Grohe* ebendaselbst Bd. 26, S. 271; *Quincke* in d. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 12, S. 483; *Bischoff* in d. Sitzungsberichten der Münchner Akademie 1863, S. 242; *O. Spiegelberg* in *Virchow*'s Archiv Bd. 30, S. 466 (und frühere Angaben in den Göttinger Nachrichten 1860, No. 20); von *Winiwarter* in den Wiener Sitzungsberichten, Bd. 57, Abth. 2, S. 922; *K. Slavjansky* in *Virchow*'s Arch. Bd. 51, S. 470; *Gerlach* in den Verhandl. der phys.-med. Sozietät zu Erlangen 1870. Sep.-Abdr.; *G. Leopold*, Untersuchungen über das Epithel des Ovarium und dessen Beziehung zum Ovulum. Leipzig 1870. Diss.; *W. Koster* im *Nederl. Arch. voor Genees — en Natuurk. V.* S. 256, sowie in *Verslagen en Mededeelingen der coninklijke Akademie van Wetenschappen. Afdeeling Natuurkunde*, 2 *Rieks, Deel VII.* 1873. — Ueber Eier und Eierstock des Vogels vgl. man *H. Meckel*, Zeitschr. für wissensch. Zoologie Bd. 3, S. 430; *A. Thomson*, Artikel: »*Ovum*« in der *Cyclopaedia, Vol.* 5, *p.* 70; *Leuckart* im Artikel: »Zeugung« im Handwörterb. der Physiologie Bd. 4, S. 788; *Gegenbaur* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1861, S. 491; *H. Eckert*, Beiträge zur Kenntniss der weiblichen Geschlechtstheile und ihrer Produkte bei den Vögeln. Dorpat 1861. Diss.; *His* in seinem embryologischen Werke S. 14. Die Auffassung des entwickelten Vogeleies ist übrigens sehr verschieden. Die Einen betrachten es als Zelle, die Andern als Zellenkomplex. — 2) Man s. die Untersuchungen von *Schrön* und *His*. — 3) Wie im ganzen Geschlechtsapparate eine wuchernde Plastik herrscht, so ist es auch mit jenen Follikelanlagen der Fall. *Henle* (Eingeweidelehre, S. 483) berechnet für ein Ovarium des 18jährigen Mäd-

chens 36,000; *Sappey* kommt bei dem 2- und 3-jährigen Kinde auf mehr als 400,000. — 4) Wir verweisen hier auf die schönen bildlichen Darstellungen *Schrön*'s. — 5) Man vergl. die Beschreibung bei *His*. — 6) Die Entdeckung des Säugethiereies geschah erst im Jahre 1827 durch *von Baer*. S. *De ovi mammalium et hominis genesi epistola. Lipsiae*, und *Bernhardt, Symbolae ad ovi mammalium historiam ante praegnationem. Vratislaviae* 1834. *Diss.*; *R. Wagner's Prodromus historiae generationis hominis atque mammalium. Lipsiae* 1836. — 7) Solche radiäre Streifung der Eikapsel sah *Leydig* (Histologie, S. 511) und schon vor ihm *Remak*, zu welchen Angaben weitere Mittheilungen von *Quincke*, *Pflüger*, *Koelliker* und *Waldeyer* hinzugekommen sind. — *Pflüger* (a. a. O. S. 81) erörtert die Abstammung der *Zona pellucida*, und macht darauf aufmerksam, wie wenigstens zu einer gewissen Zeit die radiär gestellten Zellen der sogenannten *Formatio granulosa* mittels ihrer Fortsätze mit den Streifen der *Zona* zusammenhängen. Eine Bildung letzterer in Form einer Absonderung jener Zellen oder einer Umwandlung ihrer Körpermasse ist höchst wahrscheinlich. Auch *Waldeyer* ist dieser Ansicht. Die Frage, ob der g a n z e Dotter des Säugethiereies auf den Zellenkörper zu beziehen sei, oder ob nicht der peripherische Theil der Dottermasse in irgend einer Weise von den Epithelzellen als Auflagerung geliefert worden, ist noch eine offene. Bejahenden Falles erhielte man auch hier »Haupt- und Nebendotter« wie bei andern Wirbelthierklassen. — 8) Zur Kenntniss der Blutbahn sind die Aufsätze von *Schrön* und *His* zu vergleichen. Die Erforschung der Lymphwege des Eierstocks ist ein Verdienst des letztgenannten ausgezeichneten Forschers. — 9) *Kobelt*, Der Nebeneierstock des Weibes. Heidelberg 1847; *Waldeyer* a. a. O. — 10) a. a. O. — 11) Ueber die Eier der anderen Wirbelthierklassen verweisen wir auf die Werke *Gorup*'s (S. 675) und *Kühne*'s (S. 549).

§ 278.

Nachdem wir in dem vorhergehenden § die Struktur des Eierstockes kennen gelernt haben, wenden wir uns zur Frage: woher stammen die Follikel mit ihren Inhaltszellen, namentlich dem Ei? Zur Beantwortung sind wir genöthigt, den embryonalen Ausgang jenes Organs vorher aufzusuchen.

Was aber die E n t s t e h u n g des Ovarium angeht, so ist darüber Folgendes im Augenblick etwa festzuhalten:

An der inneren Seite der ersten vergänglichen harnabsondernden Drüse des Embryo, der sogenannten U r n i e r e oder des *Wolff*'s c h e n K ö r p e r s, und in innigem Zusammenhang mit ihm, entsteht die weibliche keimbereitende Geschlechtsdrüse.

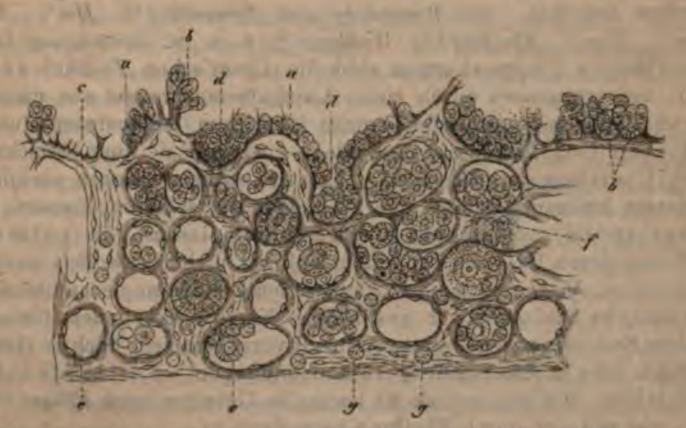


Fig. 534. Der Eierstock eines menschlichen Fötus von 32 Wochen senkrecht durchschnitten (nach *Waldeyer*). *a* Keimepithel; *b* jüngste in diesem gelegene Eizellen (Primordialeier); *c* einwachsender Bindegewebebalken; *d* Epithelzellen in Einsenkung begriffen; *e* jüngste Follikel; *f* Ei- und Keimepithelzellen in Gruppen; *g* Lymphoidzellen.

Man erkennt sehr frühzeitig beim Hühnerembryo (*Waldeyer*) wie der Epithelialüberzug der Urniere an der erwähnten Stelle eine Verdickung erfahren hat. Sehr bald sieht man ebenfalls von der bindegewebigen Masse des *Wolff*'schen Körpers aus hier eine kleine, zellenreiche, hüglige Wucherung hervortreiben.

Das verdickte Epithel über jener Wucherung gestaltet sich nun allmählich zur Anlage der *Graaf*'schen Follikel und Eier, sowie des späteren Ovarialepithel; aus dem Bindegewebe geht die blutreiche Gerüstesubstanz unseres Organes hervor[1].

Der epitheliale Ueberzug zeigt baldigst (nicht allein beim Hühner-, sondern auch beim Säugethierembryonen) einzelne vergrösserte Zellen oder Primordial-Eier.

Die weitere Umwandlung beruht nun auf einem Durchwachsungsprozess der bindegewebigen und epithelialen Bestandtheile. Unsere Figur 534 kann diesen Zustand versinnlichen. Indem nun jene einspringende bindegewebige Wucherung fortschreitet, gewinnen wir kleinere und kleinere Zellenhaufen mit einer oder mehreren Eizellen. So gelangen wir also zu Follikeln in ihrer einfachsten frühesten Erscheinungsform.

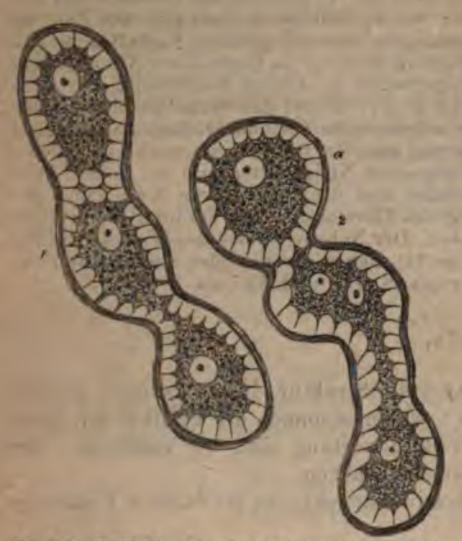


Fig. 535. Follikelketten aus dem Eierstock des Kalbes. 1 mit in Bildung begriffenen Eiern. 2 bei *a* Abschnürung zum *Graaf*'schen Bläschen zeigend.

An der Aussenseite des *Wolff*'schen Körpers senkt sich jenes verdickte Keimepithel zur Rinne ein. Hieraus bildet sich alsdann ein Kanal, der *Müller*'sche Gang (*Waldeyer*). Er ist bestimmt, Eileiter und Fruchthälter herzustellen.

Ueber die Bildung der Follikel in späterer Periode aber hatten wir schon früher wichtige Aufschlüsse namentlich durch *Pflüger*[2]) erhalten, welche vereinzelte ältere, fast in Vergessenheit gerathene Angaben von *Valentin*[3]) und *Billroth*[4]) begreiflich machten, und durch andere Forscher, wie *Borsenkorp* und *Spiegelberg*[5]), *His*[6]), *Letzerich*[7]), *Langhanns*[8]), *Frey*[9]), *Koelliker*[10]), *Waldeyer*[11]) u. s. w. Bestätigung fanden.

Nach *Pflüger*'s Untersuchungen sind die *Graaf*'schen Follikel sekundäre Bildungen, hervorgegangen durch einen Abschnürungsprozess aus manchfach, ja oft recht unregelmässig gestalteten, meist länglichen Zellenansammlungen, den primordialen Follikelanlagen oder — wie wir sie kurz bezeichnen möchten — den Eisträngen (Fig. 535). Letztere enthalten neben peripherisch gelegenen blassen kleineren Zellen (den Elementen der späteren *Formatio granulosa*) in ihrer Axe andere grössere mit körnigem Protoplasma, die primordialen Eier, so dass deren Existenz vor dem Follikel nicht bezweifelt werden kann. Eine strukturlose *Membrana propria* kann jenen Zellenkomplex umschliessen, so dass wir förmliche Schläuche vor uns haben (Katze), aber auch fehlen (Kalb). Neugebildete Follikel, welche, statt vereinzelt vorzukommen, noch in Gruppen beisammenliegen oder rosenkranzartig zusammenhängen (»Follikelketten«), erklären sich leicht. Das primordiale Ei besitzt im Uebrigen nach *Pflüger* vitale Kontraktilität, und soll sich durch Theilung vermehren.

Indessen Follikelschläuche oder Eistränge kommen in jener Lebensphase nur zeitweise vor, weshalb sie auch so lange den Forschern unbekannt bleiben konnten.

So überzeugte sich *Pflüger*, dass schon 4 Wochen nach der Geburt im Ovarium der Kätzchen die Zeit jener primordialen Schläuche vorbei ist. Dann gegen die Zeit des Werfens erwacht im Eierstock des Säugethieres ein frisches Bildungsleben — und jetzt werden nicht allein Eier und *Graaf*'sche Follikel wiederum geformt, auch die Art ist die alte; es erscheinen jene Eistränge auf's Neue[12]).

Von hohem Interesse ist die Frage nach der Herkunft dieser merkwürdigen Gebilde. Bereits *Pflüger*[13]) hatte an eine Ableitung derselben von zapfenartigen Einwucherungen des Epithel der Eierstocksoberfläche (§ 194) gedacht.

Waldeyer hat später diese Vermuthung zur Thatsache erhoben.

An passenden Objekten (Fig. 536) überzeugt man sich in der That leicht, wie stellenweise das Keimepithel zapfenartig in das bindegewebige Gerüste herabwuchert (*b*). In jener Zellenmasse erscheinen einzelne vergrösserte Elemente, sogenannte Primordialeier (*c*). Durch Abschnürung von der Oberfläche des Organs erhalten wir selbstverständlich die Follikelkette oder den Eistrang unseres Holzschnittes 535.

So hätten wir nun das Entwicklungsleben des Ovarium kennen gelernt.

Was wird aber aus den Eiern? Ihr Schicksal ist ein doppeltes; ein anderes in der unreifen Lebenszeit, ein anderes in der Epoche der Geschlechtsthätigkeit.



Fig. 536. Aus dem Ovarium einer jungen Hündin nach *Waldeyer*. *a* Keimepithel; *b* Ovarialschlauch; *e* dieselben in schrägen und queren Schnitten; *c* eine traubige Gruppe junger Follikel.

In ersterer Periode gehen Follikelepithel und Ei, wie es scheint, häufig durch eine Fettdegeneration zu Grunde (*Slavjansky*). Bei ganz jungen gesunden Säugethieren sah ich indessen nicht selten ebenfalls eine ausgebreitete Kolloidmetamorphose des gesammten Follikelinhalts[14]).

Anders gestaltet sich aber das Schicksal des Eies beim geschlechtsreifen Geschöpfe. Das Ovulum, das Material zum Aufbau eines neuen Thierkörpers enthaltend, ist jetzt bestimmt, durch Platzen des *Graaf*'schen Follikels frei zu werden.

In einer früheren Zeit glaubte man, dass zu dieser Lösung der Reiz einer Begattung im Allgemeinen erforderlich sei, und stellte sich die *Graaf*'schen Bläschen somit als mehr persistirende Gebilde vor, von welchen nur ein kleiner Theil während der geschlechtsthätigen Periode des Weibes wirklich zum Platzen gelangte.

Spätere Untersuchungen haben über diese Materie ein anderes Licht verbreitet. Es steht fest, dass die Ablösung eines Eies beim menschlichen Weibe in vierwöchentlichen Fristen mit dem Auftreten der Menstruation geschieht; also unabhängig von einer Begattung, bei Jungfrauen ebensowohl als bei Frauen. Bei Säugethieren ist die Brunstzeit der Moment des Freiwerdens je eines oder mehrerer Eier.

Ein *Graaf*'sches Bläschen, welches an diesen Zeitpunkt seines Lebens gekommen ist, erfährt durch fortgehende Zellenwucherung der inneren Follikelhaut und steigende Flüssigkeitsansammlung eine weitere Vergrösserung und Ausdehnung, so dass es zuletzt ganz prall und gespannt äusserlich am Ovarium eine Hervorwölbung bildet, und nur noch von dünner Bindegewebeschicht überzogen wird.

Endlich kommt der Moment, wo bei steigender Anspannung und Ausdehnung die Wand des *Graaf*'schen Follikels einreissen muss. Dieses Zerplatzen geschieht

stets an der Stelle des geringsten Widerstandes, d. h. also an dem nach aussen gerichteten und nur von der dünnen Faserhülle des Ovarium überzogenen Theile, welcher gleichfalls mit durchrissen wird. Zur Aufnahme des Eies liegt in dieser Zeit der Eileiter mit seiner Abdominalöffnung der Oberfläche des Ovarium dicht an.

Das Eichen durchwandert nun langsam im Laufe von Tagen den Eileiter, um schliesslich in den Uterus zu gelangen. Nach dem Austritte aus dem *Graaf*'schen Follikel erwacht in der umkapselten Zelle ein Theilungsprozess (Fig. 537. 1), welcher schon früher geschildert wurde, und mehrfach sich wiederholt (2). Wird nun auf dieser Reise das Eichen durch das Eindringen der Spermatozoen in den Dotter [16]) befruchtet — und zwar bald höher oben, dem Eierstock näher, bald tiefer nach abwärts — so setzt sich jener Theilungsprozess fort (3), und führt zu einem maulbeerartigen Zellenhaufen, dem Materiale für den Aufbau eines neuen Thierkörpers. Früher nahm man allgemein, diesem Theilungsprozesse vorangehend, ein



Fig. 537. Theilung des Säugethiereies, halbschematisch. Bei 1 die Dottermasse in zwei, bei 2 in vier Kugeln (Zellen) mit Kernen zerfallen. Bei 3 eine grosse Zahl gekernter Zellen; 4. a, b isolirte Zellen.

Fig. 538.

Schwinden des Kernes der Eizelle, des sogenannten Keimbläschens, an. Nach neueren Erfahrungen dürfte sich der Nukleus jedoch erhalten, und durch seine Theilung in bekannter Weise mit der Zellenvermehrung (oder endogenen Zellenbildung) verknüpft sein.

Wenn jedoch, und es ist dieses beim menschlichen Weibe das bei weitem häufigere Geschick des Ovulum, eine Befruchtung nicht stattfindet, so geht unser Körperchen auf jener früheren Umbildungsstufe allmählich unter einem Auflösungsprozess innerhalb des Geschlechtsapparates zu Grunde. Bedenkt man die Zahl der monatlich sich wiederholenden Menstrualperioden in der ganzen fortpflanzungsfähigen Zeit des Weibes, so ist eine beträchtliche Anzahl der Follikel erforderlich, welche freilich von der kolossalen wuchernden Produktion derselben weit überboten wird.

Wir haben endlich noch des Geschickes des geplatzten und entleerten *Graaf*schen Follikels zu gedenken. Dieser geht unter Erzeugung bindegewebiger Narbensubstanz als sogenannter gelber Körper, *Corpus luteum* [15]), zu Grunde, und verschwindet schliesslich vollkommen in dem Stroma des Ovarium.

Studirt man einen kürzlich geplatzten Eierstocksfollikel, so erscheint die gewucherte innere Follikelhaut vielfach mit gegen einander drängenden Falten in den Hohlraum einspringend (Fig. 538. d*). Diese letzteren bestehen aus jungen, üppig vegetirenden Zellen, und enthalten in ihrer Axe einen Strang resistenteren unentwickelten Fasergewebes. Aus letzterem entsteht beim Zusammentreffen jener Faltenkuppen ein eigenthümliches Septensystem; aus ersterem die gelbliche Füllungsmasse des *Corpus luteum*.

Untersucht man einen fertigen gelben Körper, etwa von der Kuh (*His*), so zeigt derselbe (durch einen fibrösen Kern mit radienartigen Faserzügen bewirkt) einen strahligen Bau, und das so gebildete Fachwerk eingenommen durch eine weiche gelbe Substanz. Umschlossen ist das Ganze von der äusseren Follikelhaut, welche mit jenem Septensystem zusammenhängt. Gewaltig ist der Gefässreichthum des gelben Körpers; auch lymphatische Kanäle kommen hier wie im Ovarium überhaupt vor [16]). Die eben erwähnte gelbe Masse zählt durch die Ausbildung ihres sehr engmaschigen Kapillarnetzes zu den blutreichsten Theilen des Organismus.

Nächst jenem Gefässgerüste zeigt uns die gelbe Substanz zweierlei Formen von Zellen, nämlich einmal spindelförmige (0,0338—0,0451^{mm} lange und 0,0056—0,0068^{mm} breite) Elemente mit länglich ovalem Nukleus und zweitens grössere (0,0226—0,0451^{mm} messende) Zellen von manchfacher Gestalt mit gelblichen fettigen Inhaltskörnchen (Fig. 95. *a*, S. 97). Erstere umhüllen nach Art einer werdenden *Adventitia* überall das so entwickelte Gefässnetz jener gelben Masse, letztere Elemente nehmen die engen Maschen jenes Netzwerks ein; das ganze Bild des fertigen *Corpus luteum* stimmt mit der Textur der *Membrana interna* eines entwickelten *Graaf*'schen Bläschens überein.

Indessen der gelbe Körper behauptet nicht lange diese Stufe üppigen Bildungslebens. Unter Verkleinerung (Fig. 538. *e*) erfährt er einen Rückbildungsprozess, der wohl von einer Verödung der arteriellen Zuflussröhren, welche jetzt eine enorme Dickwandigkeit zeigen (*His*), seinen Ausgang nimmt. Eine Zeit lang erkennt man noch neben der schwindenden gelben Masse das faserige Septensystem und die äussere Follikelhaut von dunkelbraunem (in Zellen enthaltenem) Pigmente markirt. Letzteres folgt dem Zug der Gefässe, und ist möglicherweise umgewandeltes Hämoglobin.

Ist einmal jenes Pigment der Aufsaugung anheimgefallen, so verschmilzt bald der früher so mächtige gelbe Körper mit dem angrenzenden Eierstocksgewebe zu einer nicht mehr erkennbaren Masse.

Die Zeit, welche jener Rückbildungsprozess erfordert, ist eine verschiedene. Ziemlich rasch läuft die Reihe der Vorgänge ab, wenn keine Schwangerschaft der Menstruation nachfolgt. Tritt Gravidität ein, so gestaltet sich der Prozess langsamer; der gelbe Körper wird grösser, bleibt einige Monate lang ausgebildet stehen, und erleidet erst nach 4—5 Monaten seine Rückbildung, welche am Ende der Schwangerschaft noch nicht beendigt ist. Die grössere, nachhaltigere Vermehrung der Blutzufuhr zu den inneren Geschlechtsorganen des letzteren und die rascher vorübergehende und geringere des ersteren Falles scheinen diese Differenzen zu erklären. Man hat hiernach wahre und falsche gelbe Körper unterschieden [17]).

Anmerkung: 1) Wir sind hier der *Waldeyer*'schen Darstellung fast wörtlich gefolgt. — 2) Man s. dessen Monographie. — 3) S. dessen Handbuch der Entwicklungsgeschichte. Berlin 1835, S. 389 und in *Müller*'s Archiv 1838, S. 526. — 4) Die gleiche Zeitschrift 1856, S. 144. — 5) Die Arbeit *Borsenkorp*'s findet sich in d. Würzb. naturw. Zeitschrift Bd. 4, S. 56, die *Spiegelberg*'s in *Virchow*'s Archiv Bd. 30, S. 466. Letzterer fand die *Pflüger*'schen Eierstocksschläuche beim menschlichen Fötus. — 6) S. dessen Monographie. — 7) S. *Pflüger*'s Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium zu Bonn. 1865, S. 178. — 8) *Virchow*'s Archiv Bd. 38, S. 543. — 9) Eigene Nachprüfungen bei der Katze ergaben mir das gleiche Resultat. — 10) Gewebelehre S. 548. — 11) a. a. O. — 12) Die hierher gehörigen Beobachtungen *Pflüger*'s lassen sich leicht, z. B. an hochträchtigen Kaninchen, bestätigen. — 13) a. a. O. S. 67 (Katze). — 14) Vergl. die Arbeit von *K. Slavjansky* in *Virchow*'s Archiv Bd. 51, S. 470. Schon früher hatte *Pflüger* (s. dessen Monographie S. 76) Fettdegeneration in Follikel und Ei bei jungen Kätzchen gesehen. Vor ihm fand *Henle* (Eingeweidelehre, S. 488) kollabirende Follikel beim Menschen. *His* (S. 197) traf Pigment- und Fettumwandlung, welche er auf vorherige Kreislaufsstörungen in der Follikelwand zu beziehen geneigt ist. Man s. endlich noch *Koelliker*'s Gewebelehre, 5. Aufl., S. 548. — 15) Zur Literatur der gelben Körper vergl. man *von Baer*, *Epistola etc.*, *p.* 20; *Valentin*'s Entwicklungsgeschichte, S. 40; *Hausmann*, Ueber Zeugung und Entstehung der wahren weiblichen Eier. Hannover 1840; *Bischoff*'s Entwicklungsgeschichte S. 33; *H. Zwicky*, *De corporum luteorum origine atque transformatione. Turici* 1844. *Diss.*; *Leuckart*'s Artikel

„Zeugung" im Handw. d. Phys. Bd. 4, S. 868; *Pflüger's* Monographie, S. 95 und die Arbeit von *His* a. a. O. S. 181. Man hat früher vielfach die Bildung des gelben Körpers von der Organisation eines den Innenraum des geplatzten Follikels erfüllenden Blutklumpens abgeleitet, eine Ansicht, welche noch in neuere Schriften übergegangen, sicher aber falsch ist. Dass die Zerplatzung der Follikelwand kleine Blutergüsse herbeizuführen vermag, soll damit nicht geläugnet werden; sprechen ja doch die Hämatoidinkrystalle (§ 35) dafür. Aber jene blutige Ausfüllungsmasse des gerissenen *Graaf*schen Follikels scheint nur bei gewaltsamer Tödtung der Thiere vorzukommen. Das Epithel des Follikels dürfte an der Bildung des *Corpus luteum* ebenfalls einen nicht zu läugnenden, aber wohl nur untergeordneten Antheil nehmen. — 16) Man vergl. hierüber die Angaben bei *His*. Kleinere Säugethiere (Katze, Ratte, können statt des Gefässkomplexes im Septenwerk eine einzige Sammelvene führen (*Schrön*, *His*). — 17) Die ganze Lehre von der Bildung des gelben Körpers erscheint indessen jetzt nachdem wir die aktive Emigration der Lymphoidzellen und die passive des rothen Blutkörperchens aus der Gefässbahn kennen gelernt haben, einer Revision dringend bedürftig.

§ 279.

Wir wenden uns jetzt zur Besprechung von Eileiter und Fruchthälter[1]. Die Eileiter, Muttertrompeten, *Tubae Fallopii*, lassen eine obere, gewundene Hälfte von stärkerem Quermesser (Ampulle von *Henle*) und eine untere, gestreckte engere Abtheilung (Isthmus von *Barkow*), welche in den Fruchthälter einleitet, unterscheiden. Sie besitzen unter der serösen, dem Peritoneum angehörigen Aussenlage eine aus äusserlichen längsgerichteten und inneren querlaufenden glatten Fasern bestehende Muskelschicht. Ihre Zellen, mit Bindegewebe reichlich untermischt, lassen sich schwer isoliren, leichter während der Schwangerschaft. Die Eileiterschleimhaut endlich ist drüsenlos, im Isthmus mit kleinen Längsfältchen, in der Ampulle mit sehr ansehnlichen, komplizirten Faltensystemen versehen, welche, wie ich beim Schwein finde, ein recht zusammengesetztes Schlingennetz der Gefässe führen, und das Lumen fast verschliessen[2]. Ihr Flimmerepithelium (S. 158), welches bis auf die Aussenseite der Fimbrien[3] sich erstreckt, erzeugt einen nach abwärts gerichteten Wimperstrom. Ihm wie demjenigen des Fruchthälters gehen sogenannte Becherzellen ab [*Schulze*[4])].

Der Fruchthälter, die Gebärmutter, *Uterus*, während der Blütheperiode des Lebens durch Menstruations- und Schwangerschaftsprozesse zahlreichen Texturveränderungen unterworfen, charakterisirt sich bei einem verwandten Bau durch eine viel stärker entwickelte Muskulatur und eine drüsenführende Schleimhaut.

Die Fleischmasse des Uterus besteht aus einem in den verschiedensten Richtungen sich kreuzenden Gewebe longitudinaler, querer und schief laufender Bündel des glatten Muskelgewebes (S. 289). Man kann bis zu einem gewissen Grade drei Schichtungen unterscheiden, von welchen die mittlere die grösste Mächtigkeit besitzt. Um den Muttermund bilden sich querlaufende Fasermassen zu einem förmlichen Schliessmuskel, *Sphincter uteri*, aus. Auch hier sind im nicht schwangeren Zustande die kontraktilen Faserzellen ungemein schwer zu trennen[5].

Die Schleimhaut der Gebärmutter, innig mit der Muskelschicht verbunden und in wechselseitigem Austausche der Formelemente mit ihr stehend, zeigt im Körper und *Cervix* ein Netzwerk stern- und spindelförmiger Zellen, so dass man an das Gerüste lymphoider Organe erinnert wird (*Henle*, *Lindgren*).

Die in sie einstrahlenden Züge glatter Muskeln scheinen schon in ihren tieferen Lagen zu endigen. Das Mukosengewebe der Vaginalportion fand *Lindgren* von vertikalen Zügen elastischer Fasern durchzogen, welche an der Oberfläche arkadenartig verbunden sind. Der Körper und theilweise auch der Hals des Fruchthälters zeigen ein Flimmerepithel (in frühester Zeit einfache Zylinder ohne Zilien). Die tiefer gelegenen Stellen des Halses führen das Plattenepithel (S. 149) der Scheide[6].

Die Oberfläche der Schleimhaut wechselt ebenfalls nach den Lokalitäten. Glatt und ohne Papillen erscheint sie im Grunde und Körper, während in dem *Collum* (*Cervix uteri*) zahlreiche Querfalten, *Plicae palmatae*, vorkommen und sein unterer Theil reichliche Schleimhautpapillen[7]) mit einer Gefässschlinge im Innern erken-

nen lässt, welche namentlich am Muttermunde häufig werden, und auch über die Scheide sich erstrecken.

Auch in dem Auftreten der Drüsen[8]) herrscht eine ähnliche Differenz. Im Fundus und Körper kommen zahlreich und gedrängt — aber manchen individuellen Schwankungen unterworfen — die sogenannten Uterindrüsen, *Gl. utriculares*, vor, ein System von bald ungetheilten, bald verzweigten, mit Zylinderzellen ausgekleideten Schläuchen, etwa 1,13^{mm} lang und 0,0451—0,0751^{mm} breit; mitunter aber auch nach beiden Dimensionen weit ansehnlicher. Sie erinnern an die sogenannten Magenschleimdrüsen (§ 252) oder die *Lieberkühn*'schen Drüsen des Darmkanals, erscheinen jedoch in ihrem unteren Theile häufig geschlängelt. Eine *Membrana propria* geht ihnen entweder ganz ab, oder erscheint erst gegen die Mündung zu. Beim Schweine fand schon vor langen Jahren *Leydig*[9]) die Uterindrüsen von Flimmerepithelium bekleidet. In jüngster Zeit hat *Lott*[10]) bei verschiedenen anderen Säugethierarten die gleiche Epitheliumformation in unseren Drüsen angetroffen. Im Collum (*Henle*) verschwinden sie, und hier treten zwischen den Falten zahlreiche mit Zylinderzellen bekleidete Gruben des Schleimhautgewebes auf, welche von Andern[11]) den Drüsen zugerechnet worden sind.

Man schreibt beiderlei Gebilden, namentlich aber letzteren, die Absonderung des alkalischen Fruchthälterschleims zu. Durch Verstopfung der letzteren Gruben und eine Ausdehnung in Folge angesammelten Schleims wandeln sie sich nicht selten in kleine rundliche Bläschen, die sogenannten *Ovula Nabothi*, um.

Die reichlichen Blutgefässe des Uterus zeigen uns ihre stärkeren arteriellen Röhren besonders in den äusseren und mittleren Schichten der Muskulatur. Die Netze der Haargefässe, gröbere in den tieferen, feinere in den oberflächlicheren Partieen der Schleimhaut, tragen einen etwas unregelmässigen Charakter. Beide Gefässe besitzen in der Mukosa des Uterinkörpers sehr zarte, in der Schleimhaut des Halses dagegen mächtig dicke Wandungen (*Henle*). Die Anfänge der Venen erscheinen weit; die Wandungen sind bald mit dem Uteringewebe fest verschmolzen. Mächtige Geflechte kommen namentlich in den Mittelschichten vor. Die Uterinvenen bleiben endlich klappenlos. *Rouget* findet auch hier (ähnlich wie beim Eierstock) Verhältnisse, welche an die *Corpora cavernosa* erinnern.

Lymphgefässe[12]) und deren Netze hatte man in der Wandung (namentlich der Aussenpartie) des schwangeren Uterus angetroffen; die der Mukosa dagegen waren unbekannt geblieben. Hier fand *Lindgren* im Halstheil netz- und bogenartige Gänge, welche unter der Schleimhautoberfläche theils Schlingen, theils blinde Endigungen darboten, und in ein tieferes weitmaschigeres Netz stärkerer Lymphkanäle übergingen. Ganz Aehnliches zeigt die *Portio vaginalis*, während für den Körper des Fruchthälters genauere Untersuchungen noch erforderlich sind.

Die Nerven[13]) des Organs sind in ihren Ursprüngen sehr genau durch *Frankenhäuser* verfolgt worden. Sie entstammen in näherer Linie den Genital- oder Spermatikalganglien, dem sogenannten *Plexus uterinus magnus* und den *Plexus hypogastrici*, zu welchen Aeste der Sakralnerven hinzukommen.

Der Rückwand des Uterushalses liegt eine ansehnliche ganglionäre Masse auf, das *Ganglion cervicale* von *Lee*, aus welchem (neben Scheiden- und Blasennerven) der grösste Theil der Fruchthälternerven entspringt. Nur ein kleinerer Rest stammt direkt vom *Pl. hypogastricus* ab. Der Verlauf in der Wandung des Organs geschieht im Allgemeinen mit den Blutgefässen, bietet aber in seiner weiteren Verfolgung erhebliche Schwierigkeiten dar. Ueber Ganglien im Parenchym des Uterus ist auf § 189 zu verweisen. Ueber die Endigung in der Muskulatur hat § 183 schon das Nöthige gebracht.

Die *Ligamenta lata* besitzen zwischen ihren beiden Platten Bündel glatter Muskeln. Reich an letzterem Gewebe erscheinen die runden Mutterbänder (welche auch quergestreifte Fasern erhalten), arm dagegen die *Ligamenta ovarii*.

Bei der Menstruation zeigt der Fruchthälter unter vermehrtem Blutzu-

drange eine Volumzunahme und Auflockerung. In der geschwellten Mukosa haben die Drüsen beträchtliche Zunahme nach Länge und Breite erfahren. Aus den ausgedehnten Schleimhautkapillaren erfolgt die Blutung, entweder mit Zerreissung der Wandung oder, der Gedanke liegt nahe, indem durch das unversehrte Gefässwand rothe Blutkörperchen austreten. Das aus den Genitalien entleerte Menstrualblut (S. 127) zeigt das reichlicher abgestossene Epithelium des Uterus zugemischt[14].

In der Schwangerschaft erleidet der Uterus eine sehr bedeutende Massenzunahme, welche grösstentheils die muskulösen Lagen trifft, und, wie die mikroskopische Analyse gelehrt hat, in einem sehr bedeutenden Auswachsen der kontraktilen Faserzellen (§ 173) die sich nun sehr leicht isoliren lassen, sowie auf einer wenigstens anfänglich stattfindenden Neubildung (Vermehrung) derselben beruht[15]. Es versteht sich von selbst, dass auch die Blut- und Lymphgefässe an dieser Vergrösserung Antheil nehmen müssen.

Interessant ist ferner der Umstand, dass durch Zunahme des Perineurium die Nervenstämme des Uterus hierbei dicker und grauer werden, während die einzelnen Fasern dunkelrandiger erscheinen, so dass sie jetzt weiter in das Parenchym verfolgt werden können (*Kilian*). Dass auch die Zahl der Primitivfasern zunehme, ist sehr zu bezweifeln.

Es ist uns noch die letzte und bedeutsamste, freilich sehr wenig sicher gestellte Umänderung zu besprechen übrig geblieben, nämlich die Metamorphose der Schleimhaut. Letztere wird schon vor Eintritt des Eichens in die Uterinhöhle dicker, weicher und blutreicher, um, wie die verbreitete Annahme lautet, unter Vermehrung ihrer faserigen Elemente und einer sehr ansehnlichen (das Drei- bis Vierfache der ursprünglichen Länge betragenden Vergrösserung der Uterinschläuche eine Trennung von der Innenfläche des Fruchthälters zu erfahren, und als sogenannte hinfällige Haut oder *Decidua* das Ei zu überziehen[16]. Nach der Geburt[17] soll auf der Fläche der Uterushöhle die Bildung einer neuen Schleimhaut und neuer Schlauchdrüsen beginnen, eine Regeneration, welche sonst keinem der beiden Gewebe unter Normalverhältnissen zukommt[18]. Auch die kontraktilen Faserzellen erleiden in dieser Periode unter Fettdegeneration eine Rückbildung und einen theilweisen Untergang.

Anmerkung: 1 Man vergl. *Koelliker's* Mikrosk. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 440; *Gerlach's* Handbuch S. 398; *Todd* und *Bowman* a. a. O. *p.* 554; *Farre's* Artikel: »Uterus« in der Cyclopaedia *Vol.* 5, *p.* 597 u. 623; ferner *Kilian* in *Henle's* und *Pfeufer's* Zeitschr. Bd. 8 S. 53 und Bd. 9, S. 1; *O. Nasse*, die Schleimhaut der inneren weiblichen Genitalien im Thierreich. Marburg 1862. Diss.; die Darstellung in *Henle's* Eingeweidelehre S. 465 u 456; *Luschka's* Anatomie Bd. 2, Abth. 2, S. 360; ebenso im *Stricker*'schen Handbuch, und zwar Eileiter von *Grünwald* S. 1187, Uterus S. 1168 von *R. Chrobak*; man s. ferner *C. Friedländer's* § 195. Anm. 1 erwähnte Arbeit; ferner *C. Hennig*, der Katarrh der inneren weiblichen Geschlechtsorgane. 2. Aufl. 1870. *Lindgren*, *Lifmodrens byggnad* § 183 Anm. 7; *G. Ercolani* im *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*. *Tome* 5, *p.* 501; auch *Tyler Smith*, *On Leucorrhoea*. *London* 1855, *p.* 1. — 2 *Henle*, welcher von diesen Verhältnissen hübsche Abbildungen gegeben hat, glaubt in der Ampulle die Stelle der Befruchtung sehen und jene als ein *Receptaculum seminis* bezeichnen zu dürfen (S. 476). Ueber die entsprechende Struktur des Ovidukt der Säugethiere vergl. man *Meyerstein* (*Henle's* und *Pfeufer's* Zeitschr. 3. R. Bd. 23, S. 63), sowie *Luschka's* Anatomie Bd. 2, Abth. 1, S. 340. Drüsen wollten irrthümlich *Bowman* [*Cyclopaedia* Artikel: »Mucous« membrane *Vol.* III, *p.* 497] sowie *C. Hennig* der Katarrh der inneren weiblichen Geschlechtstheile) im menschlichen Ovidukt gesehen haben. Schleimhautfalten haben zu diesem Irrthum Veranlassung gegeben, wie *Henle* a. a. O. S. 473 und *Erbstein* Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 2, S. 530 richtig bemerken. — 3 Nicht so gar selten zieht sich eine der Fimbrien in ein lang gestieltes kleines Bläschen, die sogenannte *Morgagni*'sche Hydatide aus. — 4 Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 3, S. 197. — 5 *Koelliker* a. a. O. S. 141, sowie *Kasper*, *De structura fibrosa uteri non gravidi*. *Vratislaviae* 1840. *Diss.* und *Schwartz*, *Observationes microscopicae de decursu musculorum uteri et vaginae hominis*. *Dorpati* 1850. *Diss.* Genaue Angaben über die Uterinmuskulatur ruhren her von *Th. Hélie*, *Recherches sur la disposition des fibres musculaires de l'utérus développé par la grossesse* (*Ouvrage couronné par l'Académie des Sciences*. *Paris* 1864). Man s. ferner noch *Henle* und *Lindgren l. l. c. c.*, sowie *R. Kreitzer* in *T. Landzert*'s Beiträgen zur Anatomie und Histologie Heft 1. S. 1. Petersburg 1872. —

6) Die Angaben über die Epithelialverbreitung im Uterus lauten übrigens verschieden. Nach *Lindgren* ragt das Flimmerepithel bei jungfräulichen Körpern tiefer in den Hals des Uterus herab, als bei älteren Weibern. — 7) Man s. *Tyler Smith, Med.-chir. Transact. Vol.* 35, *p.* 337; *Koelliker*'s Gewebelehre 4. Aufl., S. 566; *Henle*'s Eingeweidelehre, S. 462. — 8) *Bischoff* in *Müller*'s Archiv 1846, S. 111; *Weber*, Zusätze zur Lehre vom Bau und den Verrichtungen der Geschlechtsorgane. Leipzig 1846; *Robin* in den *Archives générales de médecine, Série* 4, *Tome* 17, *p.* 257 und 405, *Tome* 18, *p.* 186; *Reichert* in *Müller*'s Archiv 1848, S. 78. — 9) *Müller*'s Archiv 1852, S. 375. — 10) Vergl. § 195, Anm. 1. *Friedländer* (a. a. O. S. 25) spricht auch von Flimmerzellen in den Uterindrüsen des Menschen. — 11) Doch werden Drüsen für diese Partie angegeben von *Robin* (*Gazette des hopitaux* 1852, No. 11), *E. Wagner* (Archiv für physiol. Heilkunde Bd. 15, S. 495) und *V. Cornil* (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* 1864, *p.* 386). Auch *Lindgren* stimmt ihnen zu. — 12) *Luschka* a. a. O. S. 378; *Lindgren* glaubt eine Verbindung der Lymphkanäle mit dem Innern des bindegewebigen Zellennetzes der Mukosa gefunden zu haben. — 13) Neben der S. 349 Note 5 erwähnten neuen Literatur ist noch zu vergl. *Snow Beck* in den *Phil. Transact.* 1846, *P.* 2, *p.* 213; *Lee, Lectures on the theory and practice of midwifery. London* 1844, *p.* 98 und *Memoirs on the ganglia and nerves of the uterus. London* 1849; *Kilian* a. a. O. Bd. 10, S. 41. Das Hauptwerk ist aber dasjenige *Frankenhäuser*'s. — 14) Es können im Menstrualakte förmliche Stücke, ja sogar die ganze Schleimhaut abgestossen werden (*Farre l. c. p.* 644). — 15) *Koelliker* in der Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 1, S. 72. In die Muskelzellen des schwangeren Kaninchen-Fruchthälters können in das Blut vorher injizirte Zinnoberkörnchen eingedrungen sein (*Reitz* a. a. O.). — 16) *Weber* a. a. O. S. 30; ebenso *Robin, Reichert etc.*, sowie *Todd* und *Bowman p.* 576. — 17) Auch hierüber herrschen Zweifel, indem man manchfach die Neubildung der Schleimhaut schon in eine frühere Periode der Schwangerschaft verlegt hat. — 18) Die neuen Angaben *Friedländer*'s sind viel zu dürftig, um hier Klarheit zu verschaffen.

§ 280.

Die Scheide, *Vagina*[1]), ein dehnbarer Schlauch, setzt einigermassen die Struktur der höher gelegenen Geschlechtsorgane fort. Sie zeigt unterhalb einer faserigen, äusserlich mehr lockeren, einwärts festeren und an elastischen Elementen reichen Bindegewebehülle eine Muskelschicht, bestehend aus äusseren ringförmigen und inneren longitudinalen Faserzügen. Ihre Schleimhaut ist mit zahlreichen Falten und Höckern (*Columnae rugarum*) versehen, und besitzt unterhalb des uns aus S. 149 bekannten geschichteten Plattenepithelium zahlreiche Papillen nach Art des *Collum uteri*. Sie scheint ganz frei von Schleimdrüschen zu bleiben; ihr Sekret reagirt sauer.

Das Jungfernhäutchen oder der *Hymen* stellt eine an Blutgefässen und Nerven reiche Duplikatur des Schleimhautgewebes dar.

Das Blutgefässsystem der Scheide, nach den dreierlei Gewebelagen different angeordnet, zeichnet sich durch starke venöse Netze der Wände aus. Die Lymphgefässe sind wenig bekannt[2]). Dagegen hat man vereinzelte lymphoide Follikel in der Scheidenschleimhaut von Mensch und Säugethier angetroffen, und die Mukosa selbst über ansehnliche Strecken mit Lymphzellen infiltrirt gesehen[3]). Die vom Symphatikus und *Plexus pudendus* stammenden Nerven zeigen Theilungen der Fasern, und liessen beim Menschen noch keine Endigung in den Papillen erkennen. Endkolben und *Pacini*'sche Körperchen besitzt hier das Kaninchen (*Krause*). Ueber weitere Nervenendigungen in der Scheidenschleimhaut vergl. man S. 343.

Die Schamtheile des Weibes bestehen aus dem Kitzler, den kleinen und grossen Schamlippen.

Der Kitzler, *Clitoris*, besitzt in seinem Präputium eine Schleimhautverdoppelung und über die Glans ein Schleimhautgewebe mit zahlreichen Papillen. Seine kavernösen Körper und die Vorhofszwiebeln verhalten sich den kavernösen Theilen des männlichen Gliedes gleich (s. u.).

Auch die kleinen Schamlippen oder Nymphen sind Duplikaturen der Schleimhaut. Sie führen reichliche Papillen und ein fettzellenfreies, aber an Blutgefässen reiches Bindegewebe. In ihnen kommen, was auch schon am Scheideneingang sich findet, zahlreiche Talgdrüsen ohne Haare vor[4]).

Die grossen Schamlippen, fettreiche Falten der Haut, zeigen an ihrer Innenfläche noch eine schleimhautartigere Beschaffenheit, welche nach auswärts der Struktur der äusseren Haut Platz macht. Sie besitzen neben glatten Muskeln zahlreiche, und theilweise äusserlich an den hier befindlichen Haarbälgen mündende Talgdrüsen.

Der Vorhof, *Vestibulum*, ebenso der Scheideneingang, enthalten gewöhnliche traubige Schleimdrüsen. — Einen ähnlichen Bau, aber ein viel grösseres, bis zu 15^{mm} und mehr betragendes Ausmaass, besitzen die beiden sogenannten *Duverney*- oder *Bartholini*'schen Drüsen, welche mit ziemlich langen Ausführungsgängen in das *Vestibulum* münden. Sie entsprechen den *Cowper*'schen Drüsen des männlichen Urogenitalapparates, bieten eine Auskleidung niedriger Zylinderzellen, und enthalten ein helles, zähflüssiges, schleimartiges Sekret[5]).

Die Blutgefässe bieten mit Ausnahme der kavernösen Körper nichts Auffallendes dar. Die Lymphgefässe sind genauerer Erforschung bedürftig; ebenso die vom *Plexus pudendus* und Sympathikus kommenden Nerven[6]), welche nach *Koelliker* in einzelnen Papillen der *Clitoris* Tastkörperchen ähnliche Endigungen machen sollen, eine Beobachtung, die später für dieses Organ durch den Nachweis des Vorkommens sogenannter Endkolben und maulbeerförmiger, ihnen verwandten Terminalgebilde, der Genitalnerven- oder Wollustkörperchen (*Krause*, *Finger*[7]) präzisirt worden ist. In den grossen Schamlippen, am Uebergang dieser in die Nymphen, im *Praeputium clitoridis*, hat man *Pacini*'sche Körperchen angetroffen [*Schweigger-Seidel*[8])].

Anmerkung: 1) Neben den im vorigen § erwähnten Hand- und Lehrbüchern und der Darstellung von *Klein* im *Stricker*'schen Sammelwerk S. 657 vergl. man *Mandt* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift Bd. 7, S. 1. Die Gefässverhältnisse der äusseren weiblichen Genitalien behandelt *K. Gussenbauer* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 60, Abth. 1, S. 517. — 2) *Teichmann* a. a. O. S. 100. Vereinzelte lymphoide Follikel in der Scheidenschleimhaut fand *Henle* (a. a. O. S. 450). — 3) *S. M. Löwenstein* im Centralblatt für die med. Wiss. 1871, S. 546. — 4) *Wendt* in *Müller*'s Archiv 1834, S. 284; *Burckhardt* in *Froriep*'s N. Notizen Bd. 6, S. 117; *Huguier* in den *Ann. de sc. nat. Série* 3, *Vol.* 13, *p.* 239; *Martin* und *Leger* in den *Archives générales de la médecine*. 1862. *Vol.* I, *p.* 69 und 174. — 5) *Tiedemann*, Von den *Duverney*'schen, *Bartholini*'schen oder *Cowper*'schen Drüsen des Weibes etc. Heidelberg 1840. — 6) *A. Polle*, Die Nervenverbreitung in den weiblichen Genitalien bei Mensch und Säugethieren. Göttingen 1865. — 7) Vergl. § 181 Anm. 3). — 8) *Virchow*'s Archiv Bd. 37, S. 231.

§ 281.

Die Milchdrüsen[1]), welche nur im weiblichen Körper ihre volle Ausbildung und dem entsprechend eine Sekretionsfähigkeit erlangen, gehören, wie schon früher (S. 369) bemerkt, der grossen Gruppe der traubigen Drüsen an, zeichnen sich jedoch dadurch aus, dass nicht das ganze Organ einer Seite schliesslich mit einem besonderen Ausführungsgange mündet, sondern 18—20 und mehr Kanäle, Milchgänge, das Sekret der einzelnen Hauptlappen oder — besser gesagt — der Einzeldrüsen, getrennt herausbefördern.

Da wir schon häufig traubenförmiger Drüsen zu gedenken hatten, mag es genügen, hier nur zu erwähnen, dass die Endbläschen unserer Milchdrüse sich schärfer von einander absondern, sowie bei rundlicher und birnförmiger Gestalt einen zwischen $0,1128—0,1872^{mm}$ befindlichen Durchmesser besitzen (Fig. 539. 1. 2. *a*). Ihre *Membrana propria* zeigt nach Art anderer verwandter drüsiger Organe wiederum ein Netzwerk abgeplatteter Sternzellen (*Langer*). Umhüllt werden die Läppchen und Lappen von einem an Fettzellen reichen Bindegewebe, welchem die Brüste ihre gewölbte und glatte Beschaffenheit verdanken. Umspinnend treffen wir das charakteristische Gefässnetz traubiger Drüsen (Fig. 540). Unbekannt sind zur Zeit noch die Lymphbahnen unseres Organs. Nerven im Innern des Organs hat man bisher nur sehr spärlich beobachtet, und auch bei Säugethieren

keine Einwirkung derselben auf den Sekretionsprozess experimentell darthun können[2]. Bekleidet endlich ist die Innenfläche der Bläschen von einem Systeme gewöhnlicher, niedrig zylindrischer oder fast kubischer, etwa $0,0113^{mm}$ betragender Zellen (Fig. 540).

Interessant ist der Umstand, dass auch bei unserem Organe jenes bekannte Netzwerk feinster Drüsenkanälchen (§ 195) im Innern des Acinus zwischen den Zellen durch Injektion sichtbar gemacht werden kann [*Gianuzzi* und *Falaschi*[3]]. Doch konnte *Langer* ein Balkennetz im Innern der Drüsenbläschen nicht nachweisen.



Fig. 539. Die Milchdrüse, meistens nach *Langer*. 1 Läppchen aus den inneren Theilen der Drüse einer Wöchnerin. 2. *a* Drüsenbläschen; *b* Drüsenzellen. 3 Drüsengang eines Neugeborenen. 4 Milchkanal eines 9jährigen Knaben. 5 eines 16jährigen Mädchens. 6 Milchgang eines erwachsenen Mannes.



Fig. 540. Drüsenbläschen eines säugenden Weibes mit Zellen und Haargefässen nach *Langer*.

Die ausführenden Kanäle nehmen zwischen den Runzeln der Brustwarze in Gestalt $0,7^{mm}$ messender Oeffnungen ihr Ende. Verfolgt man nach abwärts, so sieht man sie in Form $1,1—2,2^{mm}$ weiter Gänge die Warze durchlaufen, um am Grunde derselben zu länglichen, $4,5—6,8^{mm}$ und mehr betragenden Divertikeln, den sogenannten **Milchbehältern**, *Sacculi lactiferi*, anzuschwellen, von denen sie dann wieder verschmälert, $2,2—4,5^{mm}$ stark, unter Zerspaltungen den Verlauf gegen die Einzeldrüsen herab fortsetzen.

Dieses ausführende Kanalwerk zeigt eine Bekleidung zylindrischer Zellen. Die Wand besteht aus Bindegewebe mit einer nach innen befindlichen Schicht ringförmiger elastischer Fasern; möglicherweise auch einzelnen glatten Muskelfasern, welche um die Läppchen herum vorkommen [*Henle*[4]].

Brustwarze und Warzenhof, bekanntlich durch ihre dunklere Färbung ausgezeichnet, und kontraktile Gebilde, besitzen dagegen diese glatte Muskulatur reichlich. In ersterer kommen namentlich sich durchkreuzende Querfaserzüge, weniger längslaufende vor; in letzterem ist die Anordnung vorwiegend eine zirkuläre mit Durchkreuzung radialer Bündel [*Henle*[5]]. Die Brustwarze zeigt zahlreiche Papillen und der Warzenhof Talgdrüsen.

Es dürfte am passendsten sein, sogleich hier der **Entstehungsgeschichte** des Organs zu gedenken. Dasselbe bildet sich nach dem **Schema** anderer Hautdrüsen (§ 200) durch eine Wucherung des sogenannten **Hornblattes**, und erscheint (wenn nicht vielleicht schon früher) im vierten oder fünften **Monat** des Fruchtlebens in Gestalt einer flach rundlichen oder kolbigen, von der **Faserlage** der Haut umhüllten soliden Masse, bestehend aus den Zellen des *Malpighi*'schen Schleimnetzes [*Langer*, *Koelliker*[6])]. Nach einigen Wochen (Fig. 541) **bemerkt** man, wie unter fortgehender Zellenvermehrung die kolbige Warze (*a*) **neue solide** Knospen (*b*. *c*) nach abwärts treibt, welche die ersten Andeutungen **der Gänge** der Hauptlappen bilden, und unter fernerer Knospenerzeugung sich weiter zu verzweigen bestimmt sind (*c*), ohne dass jedoch bis zur Stunde der **Geburt** (Fig. 539. 3) die Anlage eines Drüsenbläschens erfolgt wäre. Hierbei sind, wie es die scheibenartige Gestalt der Drüse erklären dürfte, die Randpartieen den **zentralen** voraus, was sich durch die ganze Folgezeit erhält (*Langer*). Die Milchdrüse des **Neugeborenen** zeigt eine faserige Wand der Kanäle mit einem Ueberzuge kleiner **Zellen**. An ihren Enden erscheinen solide Zellenhaufen von kolbiger Gestalt, das Bildungsmaterial einer künftigen weiteren Verzweigung.



Fig. 541. Die Milchdrüse eines älteren Embryo nach *Langer*. *a* Die mittlere kolbige Masse mit kleineren inneren *b* und grösseren äusseren Auswüchsen *c*.


Fig. 542. Rückgebildete Milchdrüse einer [illegible]jährigen Frau nach *Langer*.

Auch in dem ganzen kindlichen Lebensalter und zwar bei Knaben (Fig. 539. 4), wie bei Mädchen (5), kommt es noch nicht zur Entstehung der Endbläschen, sondern nur zur Weiterbildung des Kanalsystems. Doch ist die weibliche Brustdrüse in der Regel hier schon der männlichen voraus, und letztere vielleicht schon in Rückbildung begriffen.

Erst mit dem Eintritt der Pubertät beginnt im weiblichen Körper — und zwar ziemlich rasch — die Entwicklung einer beträchtlichen Menge terminaler Drüsenbläschen, und verleiht den Brüsten ihre grössere Wölbung. Aber auch jetzt, durch die ganze jungfräuliche Periode, ist das Organ noch bei weitem nicht zu seiner völligen Ausbildung gelangt, zu welcher vielmehr der Eintritt der ersten Schwangerschaft erforderlich ist. Dieser Zustand der Reife erhält sich alsdann, allerdings mit einer Massenabnahme und dem Zugrundegehen von Drüsenbläschen im Zustande der Ruhe, durch die ganze zeugungsfähige Lebenszeit hindurch, bis endlich der eintretende Untergang der Geschlechtsfunktionen eine Rückbildung der Milchdrüse mit allmählichem Verschwinden aller Endbläschen, sowie einer Verödung der kleineren Gänge herbeiführt, und Fettgewebe an die Stelle tritt. So zeigt es uns Fig. 542. Hier sind nur die Kanäle noch erhalten, alles Uebrige ist wieder verschwunden. Das interstitielle Bindegewebe erscheint reich an elastischen Fasern (*Langer*).

Die Milchdrüse des männlichen Körpers (Fig. 539. 6)[7]) erlangt (abgesehen von höchst seltenen Ausnahmefällen[8])) niemals die Reife des weiblichen Organs, und bringt es im Allgemeinen, obgleich manchfach wechselnd, nur zur Entwicklung des Gangwerkes, nicht aber der sezernirenden Endbläschen (*Langer*).

Anmerkung: 1) Neben den Hand- und Lehrbüchern vergl. man *A. Cooper*, *The anatomy of the breast. London* 1839; *Fetzer*, Ueber die weiblichen Brüste. Würzburg 1840. Diss.; *Langer* in den Denkschriften der Wiener Akademie Bd. 3, Abth. 2, S. 25. — 2) *Eckhard*, Beiträge zur Anatomie und Physiologie. 1. Bd., 1. Heft. Giessen 1855, S. 12. — 3) *Comptes rendus, Tome* 70, *p.* 1140. — 4) Jahresbericht für 1850, S. 41. — 5) S. dessen Eingeweidelehre, S. 525; *Eberth* in d. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 12, S. 363. — 6) *Langer l. c.*; *Koelliker* S. 572. — 7) Neben den *Langer*'schen Arbeiten s. man auch *Luschka* in *Müller*'s Archiv 1852, S. 402. — 8) Vergl. *Huschke*'s Eingeweidelehre. Leipzig 1844, S. 530.

§ 282.

Die Milch erscheint als eine undurchsichtige, bläulich oder gelblich weisse Flüssigkeit ohne Geruch, mit einem schwach süsslichen Geschmack, einer schwach alkalischen Reaktion, sowie einem zu 1,028—1,034 angenommenen spezifischen Gewichte versehen. Bei ruhigem Stehen sondert sie sich in eine obere fettreichere, dicklichere und weissere Schicht (Rahm) und eine untere dünnflüssigere Masse. Nach längerer Zeit wandelt sich die Reaktion in die saure unter Bildung von Milchsäure aus dem Milchzucker um, sowie einem dadurch bewirkten Gerinnen des Kasein, eine Aenderung dieses Stoffes, die auch bei Berührung mit der Magenschleimhaut eintritt (S. 17).

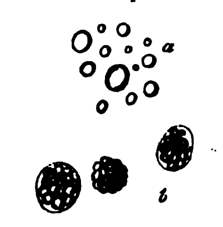


Fig. 543. Formbestandtheile der menschlichen Milch. *a* Milchkügelchen; *b* Kolostrumkörperchen

Anatomisch[1]) besteht die Milch aus einer wasserklaren Flüssigkeit, in welcher zahllose Fettkügelchen suspendirt sind; sie stellt also eine Emulsion dar.

Jene, die Milchkügelchen (Fig. 543. *a*), erscheinen mit den bekannten optischen Charakteren und einer mittleren Grösse von 0,0023—0,0090^{mm}. Ein Zusammenfliessen erfahren sie unmittelbar nicht, wohl aber nach vorherigem Zusatze der Essigsäure, so dass jedes unserer Körperchen eine sehr feine, aus einem geronnenen Proteinkörper bestehende Hülle besitzt. — Abweichend ist das mikroskopische Bild jener Milch, welche schon in den letzten Zeiten der Schwangerschaft und den ersten Tagen unmittelbar nach der Entbindung (aber auch später unter abnormen Verhältnissen) gebildet wird, des sogenannten Kolostrum. Dieselbe, stärker alkalisch, reicher an festen Bestandtheilen, d. h. an Fett, Zucker und Salzen, besitzt neben Fettkügelchen die sogenannten Kolostrumkörperchen (*b*), kuglige Gebilde von 0,0151—0,0564^{mm} Durchmesser, welche aus Konglomeraten von Fettkügelchen, vereinigt durch ein Bindemittel, bestehen. In ihnen bemerkt man zuweilen noch einen Kern[2]). Sie zeigen eine zwar träge, aber unverkennbare Kontraktilität [*Stricker, Schwarz*[3])].

In chemischer Hinsicht[4]) treffen wir in der Milch neben Wasser einen Proteinkörper, das Kasein (S. 17), ferner Neutralfette (S. 26) und eine Zuckerart, den sogenannten Milchzucker (S. 33). Dazu kommen Extraktivstoffe und Mineralbestandtheile, sowie Gase, freie Kohlensäure, ferner Stickgas und kleine Mengen von Sauerstoff [*Hoppe*, *Pflüger*[5])]. Abnorme Bestandtheile können Harnstoff, Blut- und Gallenfarbestoff bilden.

Das Kasein soll nach gewöhnlicher Annahme theils gebunden an Natron in dem Milchwasser gelöst, theils, wie schon bemerkt, geronnen und die Schale der Kügelchen bildend vorkommen[6]). Auffallend ist sein hoher Gehalt an phosphorsaurer Kalkerde. Auch Eiweiss scheint in der Milch enthalten zu sein (*Zahn*; für das Kolostrum ist es sicher[7]). Die Neutralfette der Milch bestehen ein-

mal aus den gewöhnlichen Fettsubstanzen und dann aus anderen, welche bei der Verseifung Buttersäure, Capron-, Capryl- und Caprinsäure (S. 25) liefern. Ihr formelles Vorkommen ist schon erwähnt. Der Milchzucker findet sich in Lösung, ebenso die Extraktivstoffe und der grösste Theil der Mineralbestandtheile. Letztere bestehen aus Chlorkalium und Chlornatrium, aus Verbindungen der Phosphorsäure mit Alkali und Erden, aus an das Kasein gebundenem Kali und Natron und aus Eisen. Die Menge der unlöslichen Salze pflegt zu überwiegen [8]).

Mit dem Namen der Hexenmilch bezeichnet man ein milchartiges Sekret, welches einige Tage lang aus den Brustdrüsen Neugeborener abgesondert wird [9]).

Hinsichtlich der Quantitätsverhältnisse bietet die menschliche Milch nach der Zeit, Individualität, der Ernährungsweise beträchtliche Differenzen dar, welche bei verschiedenen Säugethieren noch weit höher ausfallen. Als Beispiel mag eine *Simon*'sche Analyse dienen.

1000 Theile enthalten:

Wasser	880,6
Kasein	37,0
Milchzucker	45,4
Fette	34,0
Extraktivstoffe und Salze .	3,0

Die Menge des Kasein beträgt nach *Simon* für die Frauenmilch im Allgemeinen gegen 3,5%, der Fettgehalt 2,5—4%, der Milchzucker zwischen 4—6%, der Salzgehalt (unter welchem die phosphorsauren Erden überwiegen) zwischen 0,16—0,20%.

Die Menge der Milch beträgt für das säugende menschliche Weib im Mittel über 1000 Grms. für den Tag; auf eine Brustdrüse 50—60 Grms. in 2 Stunden [*Lampérierre* [10])].

Die Bedeutung der Milch ist bekanntlich, das Nahrungsmittel des Säuglings auf Kosten der Nährstoffe des mütterlichen Blutes darzustellen. Sie muss als das Vorbild aller Nahrung bezeichnet werden.

Vergleichen wir die Milchbestandtheile mit den Stoffen des Blutplasma (S. 120), so treffen wir nur für die Mineralsubstanzen einen einfacheren Durchgang, etwa nach Art des Harns. Die drei organischen Stoffreihen sind als solche nicht oder nur theilweise im Blute vorhanden. Zu ersteren gehören Kasein und Milchzucker, als deren Muttersubstanzen Eiweissstoffe und Traubenzucker anzunehmen sind, zu letzteren die Fettstoffe [11]). — Eine fermentirende Eigenschaft der Brustdrüse wird somit höchst wahrscheinlich, wie auch die Entstehung eines Theiles des Milchfettes im Innern der Zelle.

Die Bildung des Sekrets im Innern der Drüsenbläschen [12]) geschieht nach Art des Hauttalgs durch eine Fetterfüllung der sich vergrössernden Drüsenzellen (Fig. 539. 2. *b*), welche auf diesem Wege gewiss häufig genug dem physiologischen Untergang entgegengeführt werden, obgleich eine Ausstossung des fettigen Inhaltes aus dem hüllenlosen Körper der kontraktilen Drüsenzelle gewiss sehr häufig daneben stattfindet. Die geringere Intensität der Kolostrumbildung bringt noch jene Zellen oder ihre Zellentrümmer mit dem Milchwasser hervor. Die Drüsenzelle beim säugenden Weibe halten wir für ein vergängliches Gebilde.

Anmerkung: 1) *Henle* in *Froriep*'s N. Notizen Bd. 11, S. 33; *Nasse* in *Müller*'s Archiv 1840, S. 259; *van Bueren, Observationes microscopicae de lacte. Trajecti ad Rhenum* 1849. *Diss.*; *C. Schwalbe* (Arch. für mikrosk. Anat. Bd. 8, S. 269); *C. Meynott Tidy* (*London hospit. report.* IV, *p.* 77. — 2) *Donné* in *Müller*'s Archiv 1839. S. 182; *Simon* am gleichen Orte, 1839, S. 10 und 187; *Reinhardt* in *Virchow*'s Archiv Bd. 1, S. 52. — 3) Wiener Sitzungsberichte Bd. 53, Abth. 2, S. 184 (*Stricker*) und Bd. 54, Abth. 1, S. 63 (*Schwarz*). Durch die lebendige Formveränderung kann es zur Ausstossung von Fetttröpfchen aus dem Innern der Kolostrumkörperchen kommen. Auch kleine rundliche zartrandige Gebilde von dem ungefähren Ausmaass eines menschlichen Blutkörperchens, welche aber lebhafte

Kontraktilität erkennen lassen, können hier erscheinen. — 4) Wir heben aus der reichen Literatur nur hervor: *Lehmann*'s physiol. Chemie Bd. 2, S. 287 und Zoochemie S. 246; *Simon*, die Frauenmilch nach ihrem chemischen und physiologischen Verhalten dargestellt. Berlin 1838 und dessen Handbuch der med. Chemie Bd. 2, S. 276; *Scherer*'s Artikel: »Milch« im Handw. d. Phys. Bd. 2, S. 449; *Haidlen* in den Annalen Bd. 45. S. 273; *Schlossberger* ebendaselbst Bd. 51, S. 431 und 87, S. 317; *Vernois* und *Becquerel* in *Erdmann*'s Journal Bd. 58, S. 418; *Boedekeer* in den Annalen Bd. 97, S. 150 und bei *Henle* und *Pfeufer*, Zeitschrift N. F. Bd. 6, S. 201 sowie 3. R. Bd. 10, S. 161; *Hoppe* in *Virchow*'s Archiv Bd. 17, S. 417; *Gorup*'s phys. Chemie S. 386, *Kühne*'s Lehrbuch S. 558; ferner an neuen Arbeiten *F. W. Zahn* (*Pflüger*'s Arch. Bd. 2, S. 598) und *E. Kemmerich* (S. 401). — 5) S. *Pflüger* in s. Archiv Bd. 2, S. 166. — 6) Nach *F. A. Kehrer* (Centralblatt für die med. Wiss. 1870, S. 445, ferner Archiv für Gynäkologie Bd. 2, S. 1 und Bd. 3, S. 495) soll das Kasein nicht gelöst, sondern in molekulärer Form als ein Trümmerwerk der Drüsenzellen in der Milch enthalten sein. Die Milchkügelchen sind in Emulsion gehalten durch jene zu dünnem Schleim aufgequollenen Reste der Zellenkörper. Man vergl. dagegen die Arbeit von *C. Schwalbe*. Ebenso verweisen wir noch auf *F. Bogomoloff* (Centralblatt für die med. Wiss. 1871, S. 625). — 7) Ueber Umwandlung von Eiweiss zu Käsestoff in der Milch verweisen wir auf *Kemmerich* im Centralblatt 1867, S. 417 und *Zahn* a. a. O. — 8) In der Kuhmilch erhielt *Weber* (*Poggendorff*'s Annalen Bd. 81, S. 412) in 100 Theilen Asche: Chlorkalium 9,49, Chlornatrium 16,23, Kali 23,77 Kalkerde 17,31, Magnesia 1,90, Eisenoxyd 0,33, Phosphorsäure 29,13, Schwefelsäure 1,15 und Kieselerde 0,09. — 9) *Gubler* in der *Gaz. méd. de Paris* 1856, *p.* 225; *Schlossberger* in den Annalen Bd. 87, S. 324. Man s. auch *Scanzoni* in den Würzburger Verh. Bd. 2, S. 300. — 10) *Comptes rendus Tome* 30, *p.* 173. — 11) Die Entstehung der Milchfette aus Proteinkörpern haben für die Milch der Carnivoren *Ssubotin* (*Virchow*'s Archiv Bd. 36, S. 337) und *Kemmerich* (Centralblatt 1866, S. 561) dargethan. — 12) *Reinhardt* a. a. O.; *Will*, Ueber die Milchabsonderung, Erlangen 1850. Programm.

§ 283.

Der männliche Geschlechtsapparat besteht aus den beiden, im Hodensacke oder Skrotum eingeschlossenen und von mehrfachen Hüllen umgebenen Samendrüsen oder Hoden, aus den Ausführungsgängen, welche in die Harnröhre münden, aus dem Begattungsapparate und endlich aus akzessorischen Gebilden. Hierher zählen die unpaare sogenannte Vorsteherdrüse, *Prostata*, die paarigen *Cowper*'schen Drüsen und die Samenbläschen.

Der Hoden, *Testis*, *Testiculus*[1]) (— welchem als Anhang der Nebenhoden, *Epididymis*, aufsitzt —), eine aus einer grossen Zahl enger, sehr gewundener Röhren, den sogenannten Samenkanälchen, *Tubuli seminales*, gebildete Drüse, ist zunächst überzogen von einer fibrösen Hülle, der sogenannten *Tunica albuginea s. propria testis* (S. 232), einer recht festen und derben, sehr dicken weisslichen Haut. — Umschlossen wird letztere von einem dünnen serösen Sacke, der sogenannten *T. vaginalis propria*, deren inneres Blatt (*T. adnata*) von der *Albuginea* jedoch nicht zu unterscheiden ist. Endlich umgibt den Hoden und Samenstrang noch die *T. vaginalis communis*, eine letzte und äusserliche bindegewebige derbe Hülle, welche zwischen sich und der *Vaginalis propria* sowie dem Nebenhoden eine Lage kontraktiler Faserzellen führt [*Koelliker*[2])] und aussen den von quergestreifter Muskelmasse gebildeten Kremaster ansitzen hat. Aeusserlich hängt durch formloses Bindegewebe die allgemeine Scheidenhaut des Hodens mit der Muskellage des Skrotum, der sogenannten *Tunica dartos* (S. 289), zusammen. Dieselbe endlich umhüllt die dünne fettfreie Lederhaut.

Wenn man die *Albuginea* entfernt, bemerkt man, wie zahlreiche, aber nicht vollkommene, bindegewebige Scheidewände von jener in das Innere der Drüse abgegeben werden.

Diese Septen, welche das Parenchym in Läppchen (Fig. 544. *b*) von kegelförmiger Gestalt sowie mit nach einwärts und oben gerichteten Spitzen zertheilen, treten im oberen Theile des Organs in eine stark verdichtete keilförmige Masse,

das sogenannte *Corpus Highmori*, ein, dessen Basis in die *Albuginea* sich fortsetzt.

Jedes der ebengenannten Läppchen besteht aus einigen ausserordentlich langen und vielfach auf- und abgewundenen, 0,1128—0,1421^{mm} starken Samenka-



Fig. 544. Der Hoden des Menschen nach *Arnold*. *a* Hoden, in die Läppchen bei *b* zerfallend; *c Ductuli recti*; *d Rete vasculosum*; *e Vascula efferentia*; *f Coni vasculosi*; *g* der Nebenhoden; *h* das *Vas deferens*; *i* das *Vas aberrans Halleri*; *m* Aeste der *Art. spermatica interna* mit ihrer Verbreitung an der Drüse *n*; *o* Arterie des *Vas deferens*, bei *p* mit den vorhergehenden Gefässen anastomosirend.



Fig. 545. Samenkanälchen des Menschen. *a* Hülle; *b* Zellen.

nälchen, welche Theilungen und Anastomosen erkennen lassen, und nicht blindsackig, sondern nur in Gestalt der Schlinge oder Schleife endigen (*Mihalcovics*).



Fig. 546. Aus dem Kalbshoden. 1 Querschnitt eines Samenkanälcheus *a*; *b* dessen Wandung; *c* Haargefässnetz; *d* bindegewebige Gerüstemasse; *e* lymphatische Bahnen; 2 Seitenansicht der Wandung eines Samenkanales, *a* und *b* Wandung.



Fig. 547. Aus dem Hoden des Kalbes. *a* Samenkanälchen in mehr seitlicher, *b* in querer Ansicht; *c* Blutgefässe; *d* lymphatische Bahnen.

An der Spitze eines derartigen Läppchens geht alsdann das Samenkanälchen mit trichterartiger Verengerung in einen gestreckten Gang, den sogenannten *Ductulus* oder *Tubulus rectus* (*c*) über, welcher (von niedrigen Zylinderzellen ausgekleidet) in das *Corpus Highmori* tritt, und durch netzartige Verbindung mit andern das so-

genannte **Netz des Hodens**, *Rete testis* (*d*) bildet. Aus letzterem entspringen dann (zu 9—17) weitere Gänge, *Vascula efferentia* (*e*), die anfänglich gerade verlaufen und so die *Tunica albuginea* durchbohren, um später, aufs Neue verengt und in zahlreichen Windungen, eine Anzahl kegelförmiger Lappen zu bilden, welche man *Coni vasculosi* (*f*) nennt, und die den sogenannten **Kopf des Nebenhodens**, *Caput epididymidis*, herstellen.

Diese Kanäle stossen allmählich zu einem einzigen, 0,3767—0,45^{mm} weiten Gange (*gg*) zusammen, welcher unter zahllosen Windungen ein längliches Ding bildet, den **Körper** und **Schwanz des Nebenhodens**, oder *Corpus* und *Cauda epididymidis*.

Nach und nach verliert der den Nebenhoden bildende Gang seine Windungen, wird gestreckter und weiter bis zu 2^{mm}, und bekommt den Namen des *Vas deferens* (*h*). Häufig nimmt er vorher noch einen kurzen blindgeendeten gewundenen Seitenast, das *Vas aberrans Halleri* (*i*) auf.

Gehen wir nun zur Textur der **Samendrüse** über, so haben wir zunächst, von Kapsel und Scheidewänden ausstrahlend [3], eine das ganze Organ durchziehende weiche bindegewebige Gerüstemasse. (Fig. 546. 1. *d*.) Ihre Brücken wechseln an Stärke (beim Kalbe von 0,0564 zu 0,0226 und 0,0113^{mm}). Die Bindegewebebündel (*Mihalkowics*) werden umhüllt von jenen platten hautartigen Zellen, deren wir schon beim Bindegewebe (§ 130) sowie bei den Lymphknoten (§ 223. Anm. 2) gedachten, und welchen wir an den Arachnoiden wieder begegnen werden.

Diese Zellen umhüllen Samenkanälchen und Blutgefässe hautartig; doch bleiben dabei Spalten, welche der Lymphströmung zu Gute kommen.

In dem Säugethier- und menschlichen Hoden kommen noch besondere in Pigment- und Fettumwandlung begriffene zellige Elemente, die »interstitiellen Zellen«, bisweilen in reichlichster Fülle vor [4]). Ihre allgemeine Anordnung ist die Strangform, die Grösse (beim Kater) 0,014—0,020^{mm}. Sie können Gefässe scheidenartig umhüllen [5]).

Die Lücken unserer Gerüstesubstanz werden eingenommen von den **Samenkanälchen**. Diese (Fig. 545, 546. 1. *a*, 547. *a*. *b*) zeigen eine mittlere Weite von 0,1128—0,1421^{mm}. Das Mikroskop lehrt, dass hier (546. 2) die *Membrana propria* eine scharf vom interstitiellen Bindegewebe geschiedene derbe, 0,0045—0,0068^{mm} und mehr messende Haut mit länglichen Kernen (Fig. 545. *a*, 546. 1. *b*. 2 *a*. *b*) bildet. Beim Menschen zeichnet sich dieses Wandungssystem durch seine Mächtigkeit vor Allem aus.

Es besteht nach neuen Untersuchungen (*Mihalkowics*) aus mehreren Lagen übereinander gebetteter und hautartig verbundener platter Zellen. Die innerste Schicht schliesst vollkommen. Die äusseren Lagen sind netzartig durchbrochen. Erfüllt ist der Innenraum mit Zellen (Fig. 545. *b*, 546. 1. *a*, 547. *b*), von welchen die peripherischen, an ein Epithel erinnernd, die *Membrana propria* bedecken können. Sie sind im Allgemeinen rundlich-polygonal, 0,0113—0,0142^{mm} messend. Diese Hodenzellen führen bei jugendlichen Subjekten eine feinkörnige, ziemlich blasse Masse (beim Menschen mit gelbem Pigment versehen), während mit den Jahren Fettkörnchen mit steigender Anzahl im Zellenkörper auftreten. — Man hat an Hodenzellen, selbst an denjenigen der Embryonen, Kontraktilität und amöboiden Formenwechsel beobachtet [*la Valette-St. George* [6])].

In neuerer Zeit hat man noch von einem verwickelteren Bau der Samenkanälchen berichtet [7]).

Im Innern derselben traf man nämlich beim Menschen und Rind ein Gerüste platter sternförmiger Zellen mit membranösen Ausläufern (*Sertoli*, *Merkel*, *Boll*). Wir hielten das Ding, die »Stützzellen« von *Merkel*, für das gleiche Netzwerk, dessen wir bei traubigen Drüsen schon mehrmals zu gedenken hatten. *Mihalkowics* dagegen in seiner trefflichen Arbeit erklärt jenes Stützzellennetz für das künstlich

erzeugte Gerinnungsprodukt einer zwischen den Hodenzellen befindlichen albuminösen Materie.

In der oben angeführten Weise erhält sich wohl der Bau der Samenkanälchen bis in das *Rete testis*, wo vorübergehend die äussere Faserhülle mit dem Bindegewebe des *Corpus Highmori* verschmolzen ist. Die austretenden Kanäle gewinnen allmählich mit dem steigenden Quermesser eine Lage zirkulärer glatter Muskeln, zu welcher nach abwärts im Körper des Nebenhodens noch zwei weitere longitudinale Muskelschichten nach aussen und innen hinzukommen; eine Anordnung, die wir auch im *Vas deferens* wieder antreffen werden.

Schon früher gedachten wir des eigenthümlichen Flimmerepithelium des Nebenhodens (S. 158).

Die Blutgefässe der Samendrüse sind Zweige der *Art. spermatica interna*. Sie dringen von aussen und vom *Corpus Highmori* her in das Organ ein, und wählen zur weiteren Vertheilung zunächst die Scheidewände, um schliesslich mit einem längsmaschigen, ziemlich weiten Kapillarnetze, 0,0128—0,0056^{mm} starker etwas geschlängelter Röhren (Fig. 546. 1. *c*, Fig. 547. *c*) die Samenkanälchen zu umspinnen. Nicht geringer fällt der Blutreichthum des Nebenhodens aus, zu welchem die *Arteria vasis deferentis Cowperi* gelangt. Die Venen erscheinen den Arterien analog.

Die lymphatischen Bahnen des Hodenparenchym (von den bezeichnenden Gefässzellen ausgekleidet [*Tommasi*]) nehmen das weiche interstitielle Bindegewebe ein, und erscheinen als ein reichliches zusammenhängendes Netzwerk von Kanälen (Fig. 546. 1. *e*, Fig. 547. *d*). An Querschnitten der Samenkanälchen erkennt man, wie jene lymphatischen Bahnen förmliche Ringe 0,0128—0,0282^{mm} weiter Gänge um jene herstellen, mit starken Erweiterungen an den Vereinigungspunkten. Eine fortgesetzte Injektion treibt zuletzt die Masse durch die äusseren Zellenschichten der Samenkanälchen-Wandungen. Nur die innerste Zellenreihe schliesst vollkommen (*Mihalkowics*). Umhüllungen der Blutgefässe durch den Lymphstrom kommen hier und da vor.

Von ihnen gelangen andere lymphatische Kanäle in die so zahlreichen bindegewebigen Scheidewände der Hodenläppchen. Unter der Albuginea vereinigen sie sich zu einem sehr entwickelten Maschenwerk weiterer Kanäle, und durchlaufen alsdann, ein mächtiges Netz klappenführender Gefässe (namentlich am Hodenrücken) bildend, die Albuginea. Schliesslich verbinden sie sich mit den Lymphgefässen der *Epididymis* [9]) und der Scheidenhäute zu mehreren im Samenstrange verlaufenden Stämmen.

Die Nerven der Samendrüse stammen aus dem *Plexus spermaticus internus*; ihre Endigungsweise ist zur Zsit noch nicht bekannt [10]).

Beim Nebenhoden haben wir noch mehrerer mit ihm zusammenhängender Gebilde zu gedenken. Zunächst zählen hierher die sogenannten *Morgagni*'schen Hydatiden [11]). Dieselben erscheinen unter zweifacher Form, bisweilen einmal gleichzeitig. Das eine Vorkommniss stellt ein gestieltes Bläschen dar, welches der Vorderfläche des Nebenhodenkopfes aufsitzt. Der Stiel, solider Natur, ist bindegewebig; die Blase führt ein helles Fluidum, Zellen und Kerne. Verbreiteter ist die andere Erscheinung, ein kolbiges, kaum gestieltes, einfaches oder gelapptes, abgeplattetes Gebilde von wechselnder Stellung und bisweilen mit dem Gang des Nebenhodens kommunizirend.

Endlich begegnet man am hinteren Rande des Hodens zwischen dem Kopf des Nebenhodens und dem *Vas deferens* einem kleinen abgeplatteten Gebilde, welches von mehreren lose zusammenhängenden weisslichen Knötchen hergestellt wird. Jedes der letzteren besteht aus den knauelförmigen Windungen eines an beiden Enden erweitert geendigten blindsackigen Röhrchens. Im Innern kommt ein helles Fluidum vor; die Innenfläche der bindegewebigen Wandung ist von einem Pflasterepithel mit fettig zerfallenden Zellen bedeckt. Man hat diesem Ding den Namen

des *Corps innominé* [*Giraldès* [12]], des *Giraldès*'schen Organs [*Koelliker* [13]], der *Parepididymis* [*Henle* [14]] beigelegt. Beim Neugebornen, und auch bis zum zehnten Lebensjahre, trifft man jenes Gebilde noch in voller Ausbildung; später verkümmert es.

Es ist die Entwicklungsgeschichte [15]), welche über jene Anhangsgebilde Licht verbreitet.

Der Hoden bildet sich ebenfalls an der Innenseite des *Wolff*'schen Körpers oder der Urniere gleich dem Eierstock (§ 278). Das hier befindliche Keimepithel erreicht aber niemals jene Ausbildung wie beim weiblichen Embryo. Die Genese der Samenkanälchen ist noch nicht hinreichend sicher gestellt. Nach *Waldeyer* findet sie nicht von jenem Keimepithel, sondern vielmehr von den Drüsengängen der Urniere statt. Aus dem Kanalwerk des letzteren Organes aber, welches beim weiblichen Generationssysteme fast bedeutungslos ist (ein Rest stellt das Paroarium dar), wird hier der Nebenhoden, während der Gang des *Wolff*'schen Körpers sich zum *Vas deferens* umgestaltet. Untergeordnete Reste des *Wolff*'schen Körpers bilden ferner das *Giraldès*'sche Organ und das *Vas aberrans* [16]).

Frühzeitig aber legt sich neben dem Urnierenkanal auch hier noch ein zweiter, schon beim weiblichen Geschlechtsapparat besprochener Gang, der *Müller*'sche an. Er hat hier jedoch ein sehr verschiedenes Geschick. Während er im weiblichen Generationsapparat zu den Eileitern mit dem Fruchthälter, also höchst wichtigen Theilen, sich umwandelt, geht er fast gänzlich beim männlichen Geschlechtssysteme unter. Nur sein oberes Ende, sich erhaltend, gibt die ungestielte *Morgagni*'sche Hydatide [*Fleischl* [17])], und die untersten Endstücke zusammentreffend bilden den sogenannten *Uterus masculinus* oder die *Vesicula prostatica* der Anatomen.

Die Mischungsverhältnisse des Hodens, dessen spezifisches Gewicht 1,045 nach *Krause* und *Fischer* beträgt, harren noch einer Untersuchung. Glykogen in dem Organ des Hundes fand *Kühne* [18]).

Anmerkung: 1) *A. Cooper, Observations on the structure and diseases of the testis. London* 1830; *Lauth, Mémoire sur le testicule humain* in den *Mém. de la Société de l'hist. nat. de Strasbourg. Tome* 1. 1830; *C. Krause* in *Müller*'s Archiv 1837, S. 20. Man vergl. ferner *Gerlach*'s Handbuch S. 364; *Koelliker*'s Mikr. Anat Bd. 2, Abth. 2, S. 388, sowie dessen Handbuch 5. Aufl., S. 522; *Henle*'s Eingeweidelehre, S. 348; *Ecker*'s *Icon. phys.* Taf. 9, Fig. 8 u. 9; sowie *La Valette St. George* im *Stricker*'schen Handbuche S. 522. Während der Korrektur dieses Bogens erhalte ich endlich noch die vortreffliche Arbeit von *V. von Mihalkowics* (Berichte der sächs. Ges. der Wiss. 1872 [26. Juli]). Ich habe benutzt, was noch möglich war. Die Erforschung der Lymphwege geschah durch *Ludwig* und *Tomsa*, Wiener Sitzungsberichte Bd. 44, 2, S. 155 (vorläufige Mittheilung) u. Bd. 46, S. 221 (ausführliche Darstellung), sowie durch *Frey* in *Virchow*'s Archiv Bd. 28, S. 563. Fernere Beiträge lieferten auch *C. Tommasi* (ebendaselbst S. 370) und *His* (Zeitschr. für wissensch. Zoologie Bd. 13, S. 469), indem sie das Endothel der Gänge nachwiesen. — 2) Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. 1, S. 65. — 3) Man s. darüber die Arbeiten von *Ludwig* und *Tomsa*, sowie *Frey*. — 4) Man vergl. *Henle*'s Eingeweidelehre S. 358; *Koelliker*'s Gewebelehre, 5. Aufl., S. 524; *von Ebner* in *Rollett*'s Untersuchungen S. 202; *F. Hofmeister* in den Wiener Sitzungsberichten, Bd. 65, Abth. 3, S. 77; *Mihalkowics* a. a. O. — 5) Etwas ähnliches zeigt sich in der Nebenniere nach *von Brunn*. — 6) Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 1, S. 68. — 7) *Sertoli* (*Estratto dal Morgagni* 1864, nach *Koelliker*'s Angabe, Gewebelehre 5. Aufl., S. 530 und eine spätere Mittheilung des Verfassers im Centralblatt für die med. Wiss. 1872, S. 263; *Merkel* (*Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Arch. 1871, S. 1 und 644); *La Valette St. George* a. a. O. S. 527; *Ebner* a. a. O. S. 200 und in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Arch. 1872, S. 250; *Boll*, Beiträge zur mikrosk. Anat. der acinösen Drüsen S. 19. — 8) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 1, S. 66. — 9) Eine beschränkte Verbindung zwischen den lymphatischen Bahnen des Hodenparenchym und des Nebenhodens kommt vor. — 10) Durchschneidung der Nerven führt langsam eine totale fettige Zerstörung des Hodengewebes herbei (*J. Obolensky*, Centralblatt 1867, S. 497). Die Angaben *Letzerich*'s (*Virchow*'s Arch. Bd. 42, S. 570) halten wir für irrig. — 11) Man s. *Huschke*'s Eingeweidelehre S. 386; *Kobelt*, Der Nebeneierstock des Weibes, S. 13; *Luschka* in *Virchow*'s Archiv Bd. 6, S. 310; *Henle*'s Eingeweidelehre S. 363. — 12) *Bulletin de la société anatomique de Paris* 1857, *p.* 789. — 13) Gewebelehre 5. Aufl., S. 537. — 14) a. a. O. S. 364. — 15) Man s. *J. Müller*, Bildungsgeschichte der Genitalien. Düsseldorf 1830, S. 36; *Kobelt*, a. a. O.

S. 17; *Meckel*, Zur Morphologie der Harn- und Geschlechtswerkzeuge der Wirbelthiere. Halle 1848, S. 30; *Koelliker*'s Vorlesungen über Entwicklungsgeschichte S. 435. — 16) Sehr wichtige Aufschlüsse brachte nach den Arbeiten einiger Vorgänger über diesen Gegenstand *Waldeyer* (s. dessen Monographie und das *Stricker*'sche Buch, S. 573). Die Urniere besteht aus zweierlei Kanälen, nämlich einmal weiteren, mit grobkörnigen flachen Zellen bekleideten, welche mit Glomerulis in Verbindung stehen, und zweitens einem engeren Kanalwerk, welches höhere Zylinderzellen trägt (die theilweise später flimmernd werden). Ersteres Gangsystem nennt *Waldeyer* den Urnierentheil. Aus dem engeren Kanalwerk entwickelt sich beim Manne der Kopf des Nebenhoden, beim Weibe das Paroarium. Auch der Urnierentheil des *Wolff*'schen Körpers erhält sich in Resten bei beiden Geschlechtern. Beim Manne bildet er das *Giraldès*'sche Organ. Beim Weibe erscheint er nur als ein ganz dürftiges Ueberbleibsel im breiten Mutterband. 17) S. *E. Fleischl* im *Stricker*'schen Werk S. 1234. — 18) *Virchow*'s Archiv Bd. 32, S. 540.

§ 284.

Die mikroskopische Analyse der Samenkanälchen im vorhergehenden § machte uns nur mit dem Inhalt des ruhenden, nicht aktiven Organs bekannt. In der ganzen zeugungsfähigen Periode des Mannes und bei Säugethieren zur Brunstzeit wird aber ein anderer Inhalt in unseren Drüsenröhren bereitet, nämlich der Samen oder das *Sperma* [1]).

Die männliche Zeugungsflüssigkeit, wie sie der Hoden gebildet hat, stellt eine weissliche, fadenziehende, geruchlose Flüssigkeit mit hohem spezifischem Gewichte dar. Ihre Reaktion ist die neutrale oder alkalische. Der Samen dagegen, wie er ausgespritzt wird, hat Zumischungen von den akzessorischen Drüsen der Generationsorgane und hierdurch Modifikationen erfahren. Er reagirt stärker alkalisch, besitzt einen eigenthümlichen Geruch, welchen man passend demjenigen frisch zersägter Knochen vergleicht. Ebenso ist er flüssiger und durchsichtiger. Bald nach der Entleerung gerinnt er zu einer dicklicheren gallertartigen Masse, die nach einiger Zeit wiederum eine dünnflüssigere Natur annimmt.

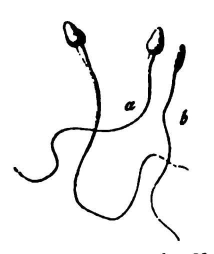


Fig. 548. Samenfäden des Menschen. *a* Ansicht von der breiten Fläche; *b* die seitliche.

Ein Blick durch das Mikroskop zeigt in dem frischen menschlichen Samen eine Unzahl sich lebhaft bewegender fadenartiger Formelemente, die sogenannten Samenfäden, Samenthierchen, Spermatozoen (Fig. 548). Dieselben, in homogener Flüssigkeit suspendirt, lassen zunächst einen vorderen, breiteren Theil, den sogenannten Kopf oder Körper, und einen langen hinteren Faden oder Schwanz unterscheiden.

Der Kopf (*a*) zeigt sich oval oder richtiger gesagt umgekehrt birnförmig, also hinten an der Insertionsstelle des Schwanzes am breitesten und nach vorne verschmälert. Er ist im Mittel ungefähr $0{,}0045^{mm}$ lang und etwa halb so breit. Gewinnen wir die Seitenansicht des Kopfes (*b*), so bemerkt man, dass er (einem Blutkörperchen ähnlich) stark abgeplattet ist. Während er nämlich vorher in der geschilderten Weise breit und mit zwar scharfen, jedoch nicht dunklen Kontouren erschien, zeigt er sich jetzt ganz schmal, sowie stark und dunkel geändert. Er dürfte eine Dicke von nur $0{,}0018—0{,}0013^{mm}$ besitzen (*Koelliker*). Der hintere Theil unseres Gebildes, der Faden (*a. b*), beginnt noch mit einer gewissen Stärke und durch eine leichte Einschnürung vom Kopfe getrennt, um sich mehr und mehr zu verfeinern, bis er zuletzt so zart wird, dass er sich der mikroskopischen Analyse entzieht. Man kann ihn etwa $0{,}0451^{mm}$ lang verfolgen.

Man hat lange Zeit hindurch den Samenfaden nur aus jenen beiden Theilen bestehend, sowie für durchaus homogen, ohne Unterschied von Hülle und Inhaltsmasse genommen. Neuere Untersuchungen, mit Hülfe der stärksten Linsensysteme der Gegenwart angestellt, lassen jene erste Annahme als unhaltbar erscheinen:

doch stimmen die bisherigen Mittheilungen von *Valentin*, *Grohe*, *Schweigger-Seidel* wenig oder nicht überein [2].

Nach der gründlichen Prüfung des letztgenannten Forschers kann man an dem Schwanz der Spermatozoen (Fig. 549) zwei in Quermesser, optischem und chemischem Verhalten verschiedene, und häufig scharf von einander abgesetzte Theile unterscheiden, nämlich das sogenannte Mittelstück (*b*) und den feinen Endfaden (*c*). Während dem Kopfe des menschlichen Samenfadens die schon oben erwähnte Dimension von 0,0045^{mm} zukommt, zeigt das Mittelstück 0,0061 und das Schwanzende 0,0406^{mm} Länge. Kopf und Mittelstück scheinen starr und nur das Schwanzende beweglich. Eine Differenz von Hülle und Inhalt des Samenfadens (*Grohe*, *Schweigger-Seidel*) halten wir zur Zeit noch nicht für erwiesen.



Fig. 549. Spermatozoen des Schafs nach *Schweigger-Seidel*. *a* Kopf; *b* Mittelstück; *c* Schwanz.

Der Samen führt durch die ganze Thierreihe gewisse Formbestandtheile. Die Gestalten der Spermatozoen jedoch, wenn auch in der Regel fadenförmige, bieten im Uebrigen einen grossen und höchst interessanten Wechsel des Ansehens dar, so dass man an die ähnlichen, wenngleich viel weniger ausgesprochenen charakteristischen Eigenthümlichkeiten der farbigen Blutzellen (§ 68) erinnert wird. Die engen Schranken unserer Arbeit gestatten leider keine Besprechung der anziehenden Materie. Nur so viel sei bemerkt, dass einmal diese bezeichnende Eigenthümlichkeit als ein Schutz gegen hybride Befruchtung, als ein Hülfsmittel zur Erhaltung der Arten angesehen werden muss, und dass anderen Theiles neben jenen in der Regel so lebhaft beweglichen Samenelementen bei manchen Thierformen jede Bewegung jener bisher vermisst wurde, sowie bei anderen nur der träge amöboide Formenwechsel des Protoplasma sich erkennen liess.

In chemischer Hinsicht bestehen die Samenfäden der Säugethiere aus einem resistenten, an Kalkerde reichen, umgewandelten Eiweisskörper, welcher sich der Substanz des elastischen Gewebes annähert. Sie widerstehen lange der Fäulniss, leisten selbst konzentrirten Mineralsäuren einen nachhaltigen Widerstand, und lösen sich wenigstens nicht leicht in kaustischen Alkalien [*Koelliker* [3])]. Der Reichthum an Mineralbestandtheilen gestattet ein Glühen des Samenfadens mit Bewahrung der Form.

Was die Mischung [4]) des reinen Samens, des Hodensekretes, betrifft, so hat schon vor Jahren über diesen Gegenstand *Frerichs* (namentlich am Sperma des Karpfens, aber auch des Hahns und Kaninchens) einige Untersuchungen angestellt. Die Samenflüssigkeit war neutral, an eine verdünnte Schleimlösung erinnernd, und mit etwas Eiweiss [5]) versehen. In der Asche waren Chloralkalien und geringe Mengen phosphor- und schwefelsaurer Alkalisalze vorhanden. — Ebenso kam das phosphorsaure Magnesiasalz in ihm vor.

Die Samenfäden enthielten 4,05 % der getrockneten Masse an einem gelben butterähnlichen Körper, vermuthlich phosphorhaltig, unter welchem wir heutigen Tages (?) Cerebrin und Lecithin vermuthen dürfen, sowie 5,21 % Aschenbestandtheile, unter welchen Kalk und Phosphorsäure dargethan wurden.

Der reine Samen des Pferdes besitzt 18,06 % fester Bestandtheile, der des Stieres 17,94, wovon der umgewandelte Proteinstoff der Samenfäden 13,138 %, das (?) Lecithin [6]) 2,165 und die Mineralstoffe 2,637 % betragen (*Koelliker*).

Der ejakulirte Samen ist wasserreicher durch das Sekret der Anhangsdrüsen. *Vauquelin* fand in dem des Menschen im Ganzen nur 10 % fester Theile.

Der Stoff, welcher die gallertartige Gerinnung des ausgeworfenen Samens herbeiführt, von *Vauquelin* früher mit dem Namen »Spermatine« versehen, scheint ein Natronalbuminat zu sein [*Lehmann* [7])].

Die Entstehung der Samenfäden war zwar schon früher als in eigenthüm-

lichen Zellen der Samenkanälchen geschehend angegeben worden, wurde aber erst durch *Koelliker* genauer untersucht. Zur Zeit der Samenbildung (Pubertät beim Menschen, Brunstperiode beim Thier) sollte sich unter einem Theilungsakte der grösste Theil der Drüsenepithelien der Samenkanälchen zu sehr blassen und höchst zarten glashellen kugligen Zellen umwandeln, mit bald einfachen, bald vielfachen (10—20) bläschenförmigen Kernen von 0,0056—0,0079mm und einer hiernach sehr wechselnden Grösse, welche zwischen 0,0113—0,0744mm gelegen ist.

Aus diesen Gebilden sollten nun sich die Samenfäden erzeugen, und zwar vom Kerne aus. Während man aber früher im Innern eines jeden der bläschenförmigen Nuklei ein Samenelement entstehen liess, behauptete *Koelliker* [8]) später, dass der ganze Kern in einen Samenfaden auswachse, und zwar indem er sich verlängere und abplatte, einen vorderen dunkleren und hinteren hellen Theil zeige, und an dem einen Ende den Faden hervortreibe, welch letzterer mehr und mehr an Länge zunehme, während der Kern selbst die charakteristische Form des Köpfchens gewinne.

So sollten dann schliesslich die erzeugten Samenfäden in einer durch die ursprüngliche Kernzahl bestimmten wechselnden Menge in den Zellen liegen, und zwar da, wo sie zahlreicher in der Zellenhöhle entstanden seien, gewöhnlich in regelmässiger Weise geordnet, die Köpfe neben einander zeigend und die Schwänze ebenso, parallel und umgebogen nach der Enge des Raumes. In dem Hoden beginne schon ein kleinerer Theil dieser Bildungszellen zu platzen, so dass die Spermatozoen frei würden. Bei weitem die Mehrzahl der letzteren erführe aber eine derartige Befreiung erst im Nebenhoden.

Doch diese Annahmen, welche man eine Zeit lang als gesicherte Erwerbungen der Wissenschaft glaubte betrachten zu dürfen, haben sich als unhaltbar herausgestellt, und die Genese der Samenfäden erscheint uns heutigen Tages wiederum sehr unklar.



Fig. 550. Bildungsweise der Samenfaden des Säugethiers. 1 Kopf; 2 Mittelstück; 3 Endfaden.

Es war *Henle* [9]), welcher vor mehreren Jahren auf andere Verhältnisse stiess. Er fand zweierlei Zellen in den Samenkanälchen, solche mit grobkörnigem und andere mit feinkörnigem, scharfrandigem Kern. Aus letzterem, welcher die Oberfläche der Zelle überragt, gehe das Köpfchen des Samenfadens hervor. Im Innern einer Zelle entstehe der Samenfaden nicht, womit auch *Schweigger-Seidel* [10]) übereinstimmt. Für letzteren ist der Samenfaden ein aus der Umwandlung einer ganzen Zelle hervorgegangenes einhaariges Wimpergebilde. Der Kern jener ist zum Köpfchen umgewandelt, als Rest des Zellenleibes soll das Mittelstück gelten, und der Faden entspreche der Flimmerzilie. Zellen mit eingerollten Samenfäden kommen als normale Bildungen in den Samenkanälchen nach *Henle* nie vor, was auch *Schweigger-Seidel*, *La Valette St. George* und Andere läugnen. Auch wir stimmen damit vollkommen überein.

Nach eigenen (freilich sehr unzureichenden) Beobachtungen (Fig. 550) tritt der Kern der ursprünglichen Samenzelle (*a*) an die Peripherie (*b*). Die Bildung eines schwanzförmigen Anhanges beginnt (*c*), der Kern überschreitet die ursprüngliche Grenze der Bildungszelle, bedeckt von dünner Protoplasmaschicht (*d*). Später gestaltet sich der Nukleus mit jener deckenden Lage zum Köpfchen des Samenelementes, während der Anhang des Zellenleibes zum längeren Faden ausgewachsen ist (*e*). Zuletzt (*f*) erhalten wir den Kopf oder Kern (1), das Mittelstück oder den Rest des Zellenkörpers (2) und den Faden, die ausgewachsene Flimmerzilie (3).

Anmerkung: 1) Man vergl. *R. Wagner* in den Abhandlungen der Bayrischen Akademie der Wissenschaften Bd. 2, 1836 und in *Müller's* Archiv 1836, S. 225; *Siebold* in *Müller's* Archiv 1836, S. 13 und 232, sowie 1837, S. 381; *Koelliker*, Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverschiedenheiten und der Samenflüssigkeit etc. wirbelloser Thiere. Berlin 1841, sowie in den Denkschriften der schweiz. naturf. Ges. Bd. 8, S. 3, dann der Zeitschr. für wissensch. Zoologie Bd. 7, S. 201; *Wagner* und *Leuckart*, Artikel: »Semen« in der Cyclopaedia Vol. 4, p. 472; *Henle's* Eingeweidelehre, S. 355; *Grohe* in *Virchow's* Archiv Bd. 32, S. 401; *Schweigger-Seidel* im Arch. für mikr. Anat. Bd. 1, S. 309; *La Valette St. George* in derselben Zeitschrift Bd. 1, S. 403 und Bd. 3, S. 263, sowie im *Stricker*'schen Handbuch S. 528; sowie *Merkel* in *Reichert's* und *Du Bois-Reymond's* Arch. 1871, S. 644. — Ueber die Andauer der Samenbildung im menschlichen Hoden verweisen wir auf *A. Dieu* (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* 1867, p. 449). Sie erhält sich unter normalen Verhältnissen bis in das höhere Greisenalter, während jüngere Körper nach schweren Krankheiten häufig davon nichts mehr darbieten. — 2) *Grohe* betrachtet das sogenannte Köpfchen als den einzig kontraktilen Theil des Samenfadens. *Valentin* bemerkte, dass die Substanz des Köpfchens sehr zarte, leicht glänzende Querbänder erkennen lässt, welche von *Hartnack* für den optischen Ausdruck von Erhöhungen und Vertiefungen erklärt worden sind. (S. *Valentin* in *Henle's* und *Pfeufer's* Zeitschr. 3. R. Bd. 18, S. 217 und Bd. 21, S. 39). — 3) Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 7, S. 258. — 4) *Lehmann's* phys. Chemie Bd. 2, S. 301 und Zoochemie S. 273; die Lehrbücher von *Gorup* (S. 421) und *Kühne* (S. 555); *Frerichs* bei *Wagner* und *Leuckart* l. c. p. 505 und *Koelliker* in der zuletzt genannten Arbeit S. 254. — 5) Trocknet man Sperma ein, so scheiden sich aus demselben eine Menge eigenthümlicher (bei flüchtiger Betrachtung an die bekannten Kieselpanzer des *Pleurosigma angulatum* erinnernder) Krystalle aus. Sie sind von *A. Böttcher* (*Virchow's* Archiv Bd. 32, S. 525) für Eiweisskrystallisation erklärt worden. Sie kommen wirklich auch anderweitig vor, und lassen sich aus dem Hühneralbumin gewinnen. Schon vorher hatte *van Deen* (Centralblatt 1864, S. 355, eine ausgedehnte Krystallisationsfähigkeit der Eiweisskörper behauptet. Wieweit von früheren Beobachtern bemerkte, für phosphorsauren Kalk erklärte Krystalle des Sperma damit übereinstimmen, mag dahingestellt bleiben. — 6) *Gobley* schrieb dem Samen des Fisches Glycerinphosphorsäure (§ 16) zu (Annalen Bd. 60, S. 275); *Koelliker* traf im Samen das »Myelin« von *Virchow* an. — 7) Phys. Chemie S. 302. Bei *Frerichs* scheint es den »Schleimstoff« darzustellen. — 8) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 7, S. 262. — 9) Eingeweidelehre S. 354. — 10) a. a. O. S. 334. — Mancherlei, in alter und neuerer Zeit gesehene Anhängsel am Mittelstück der Spermatozoen, eine Art Saum, welcher das Vorderende des Köpfchens bedeckt, erklären sich als Reste des Zellenprotoplasma ohne Mühe. Nach *Grohe* entstehen die Spermatozoen nicht von den Kernen, sondern von Partikeln einer kontraktilen, im Zellenkörper befindlichen Substanz. *Koelliker* dagegen hält Gewebelehre (5. Aufl., S. 530) die alte Darstellung noch immer, aber ohne genügende Gründe aufrecht. Unserer Ansicht nach irrige Darstellungen über die Genese der Spermatozoen lieferten *E. Neumann* im Centralblatt 1868, S. 369 und 1872, S. 881, sowie *von Ebner* a. a. O. Indessen auch *Mihalkovics* stimmt der *Ebner*'schen Auffassung bei (l. c.).

§ 285.

Die merkwürdigste und seit der schon längst gemachten Entdeckung [1]) als solche anerkannte Eigenthümlichkeit der Samenelemente beruht in ihren Bewegungen. Diese, welche eine frühere Epoche als Beweis eines selbständigen Eigenlebens nahm (daher der Name der »Samenthierchen«), stellen sich dem Wimperphänomen (§ 97) nahe verwandt [2]) dar, und entziehen sich bis zur Stunde gleich letzterem der Erklärung [3]).

Entnimmt man den Samen dem Hodenkanälchen eines frisch getödteten Säugethiers, so ist das Bewegungsspiel in der Regel noch nicht eingetreten. Bringt man dagegen einen Tropfen eben ausgespritzten Samens auf die mikroskopische Glasplatte, so sehen wir die zahllosen Samenfäden in einem Getümmel regellos und wirre durch einander treiben. Eine genauere Analyse zeigt, wie das einzelne Samenelement mit dem Faden abwechselnd Krümmungen und Ausstreckungen oder wellen- und peitschenschnurartige Schlängelungen macht, durch welche das ganze Gebilde von der Stelle geschoben wird. Denkt man auch unwillkührlich im ersten Augenblicke an das selbstständige Umhertreiben eines Infusoriengewimmels, so zeigt sich bald der Mangel jeder Spontaneïtät (jedes Schwimmens nach bestimmter Richtung, jeder Vermeidung von Hindernissen, jeder momentanen Beschleunigung und Verlangsamung). Die Schnelligkeit der Ortsveränderung ist im Uebrigen eine sehr unbedeutende, indem der Raum eines Zolles erst nach einer Anzahl von Mi-

nuten zurückgelegt wird[4]). Gleich der Flimmerbewegung beginnt auch die der Samenfäden nach einiger Zeit zu verlangsamen und abzusterben. Die Intensität der peitschenförmigen Schwingungen des Fadens und die Ortsveränderung nimmt hierbei mehr und mehr ab; es kommt ein Moment, wo die Exkursionen des Schwanzes nicht mehr den Samenfaden fortzuschieben vermögen, bis endlich auch die letzten Schwingungen erlöschen.

Wir wenden uns zunächst zur Frage nach den Bedingungen dieser Bewegung. Die Dauer derselben im Innern der männlichen Geschlechtsorgane oder im ejakulirten Samen ist nach den Thiergruppen verschieden. Am schnellsten, oft schon nach $^{1}/_{4}$ Stunde, erlischt sie bei den Vögeln. Länger erhält sie sich bei Säugethieren, zuweilen fast einen Tag hindurch. In dieser Art zeigen im menschlichen Samen nach Pollutionen öfters die Fäden in der 16ten und 20sten Stunde noch einige Bewegungen. Noch länger dauert sie bei den Amphibien und am längsten bei Fischen, wo sie über 4 Tage unter günstigen Umständen sich zu erhalten vermag (*Wagner*). Man wird an ähnliche Verhältnisse der Flimmerbewegung erinnert. Ein Erkälten bis zum Gefrierpunkt hebt das Schwingen der Samenfäden auf. Doch kann es nach viertägiger derartiger Erstarrung hinterher durch Erwärmen wieder erscheinen. Eine Kälte von — 17⁰ C. tödtet, ebenso ein Erwärmen auf + 50⁰ (*Mantegazza*).

Was nun den Zusatz anderer Flüssigkeiten angeht, so erhalten im Allgemeinen indifferente Massen von einer gewissen mittleren Konzentration, z. B. derartige Lösungen von Zucker, Harnstoff, Glycerin, ferner die neutralen Salze der Alkalien und Erden die Bewegungen, während stärker verdünnte sie baldig zum Untergange bringen; ebenso sehr konzentrirte, welche schon durch ihre Zähigkeit ein mechanisches Hinderniss der Bewegung entgegenstellen. Derartig scheinen auch im Wasser nur quellende Stoffe, wie Pflanzenschleim, zu wirken. Agentien, welche chemisch auf Samenfäden oder ihre Flüssigkeit eingreifen, z. B. Mineralsäuren, Metallsalze, Essigsäure, Gerbsäure, Aether, Alkohol, Chloroform, heben im Allgemeinen das Bewegungsspiel auf. Passend ist der Zusatz von Blutserum, Hühnereiweiss, Glaskörperflüssigkeit; dann des Inhaltes der Samenblasen, der Prostata und der *Cowper*'schen Drüsen, als der natürlichen Zumischungen des Samens. Auch der Zutritt des Sekretes der inneren weiblichen Genitalien ist günstig, indem beim Säugethier in demselben, unterstützt von der Körperwärme, das Umhertreiben Tage lang anhält. Der sauer reagirende Scheidenschleim, ebenso der zähe, glasartige des *Collum uteri* sollen die Bewegung aufheben. Harn, wenn er neutral oder schwach alkalisch, greift nicht erheblich hemmend ein, wohl aber stark saurer und alkalischer. Alkalische Milch und alkalischer Schleim unterhalten das Phänomen. Speichel übt den Effekt des Wassers. Dieser ist ein eigenthümlicher, die Bewegung rasch zu Ende bringender, indem gewöhnlich eine kurze Steigerung derselben, ein Wimmeln, rasches Durcheinanderfahren und lebhafteres Schlagen und Krümmen der Schwänze eintritt. Bald erfolgt Stillstand. Hierbei pflegt sich das untere Ende des Fadens um den oberen Theil zu schlagen, wie eine Peitschenschnur um den Stiel (»Oesenbildung«). Interessant ist die Beobachtung, dass derartig zur Ruhe gekommene Samenfäden durch Zusatz gesättigterer Lösungen, beispielsweise von Zucker, Eiweiss, Kochsalz (ebenso bei zu konzentrirten Solutionen durch nachherigen Wasserzusatz) wieder in Aktivität gebracht werden können, zum Beweise, wie sehr die Endosmose in das Bewegungsspiel eingreift.

In § 97 erfuhren wir, dass die kaustischen Alkalien einen eigenthümlich belebenden Einfluss auf das Wimperphänomen erkennen lassen. Dasselbe zeigte *Koelliker* für die Elemente des Samens[5]).

Wie die Forschungen der Neuzeit gelehrt haben[6]), dringen die Spermatozoen bei der Befruchtung in das Innere des Eies ein, und zwar beim Säugethiere wohl in Mehrzahl. Dieses Eindringen erscheint hier (wie bei den Wirbelthieren überhaupt, als ein aktives, durch die Bewegungen des Samenelementes bedingtes. Eine

besondere Eingangsöffnung (sogenannte Mikropyle) an der *Zona pellucida* des Säugethierovulum konnte bisher nicht dargethan werden; doch könnten die feinen radiären Streifungen der Eihülle (§ 52) als Porenkanäle (von den eindringenden Samenelementen erweitert) Eintrittswege der Spermatozoen darstellen. Letztere gelangen so in die Dottermasse, verlieren ihre Bewegungen, und zerfallen schliesslich [7]).

Anmerkung: 1) Die Entdeckung der Spermatozoen geschah in den Kinderjahren der Mikroskopie und zwar wohl 1677 durch einen Studenten von Leyden, *L. Hamm*, wie *Leeuwenhoek*, welcher die ersten Untersuchungen anstellte, uns berichtet. Sehr sorgfältig ist das Historische zusammengestellt in dem grossen *Ehrenberg*'schen Werke: Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Leipzig 1838, S. 465. Der treffende Name des »Samenfadens« wurde zuerst von *Koelliker*, welcher sich um diese Materie die grössten Verdienste erworben hat, vorgeschlagen. — 2) In wenig befriedigender Weise sucht *Neumann* (*Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1867, S. 45) die Motilität des Samenfadens von einer unsichtbaren Molekularbewegung abhängig zu machen. Seine Angaben über das Verhalten zu elektrischen Strömen sind dagegen von Interesse. Im Uebrigen gibt es bei gewissen Thieren ganz immobile Samenelemente und bei anderen Geschöpfen solche mit der trägen Beweglichkeit des gewöhnlichen Protoplasma. — 3) Nach den Angaben *Grohe*'s soll die Kontraktilität der Inhaltsmasse auch die Lokomotion der Samenfäden bewirken. Hiergegen hat sich denn bereits *Schweigger-Seidel* ausgesprochen, welcher, wie wir schon oben erwähnten, der Substanz des Köpfchens und seines Mittelstückes das lebendige Zusammenziehungsvermögen abspricht, und es nur der fadenförmigen Schwanzhälfte zuerkennt. Letztere bewegt sich abgetrennt noch. Ob indessen das Mittelstück so ganz bewegungslos ist, steht anhin. — 4) Nach den Bestimmungen von *Henle* legt ein Samenelement den Raum eines Zolles in 7½ Minuten zurück (allg. Anat. S. 954). Man vergl. auch noch *Kraemer*, *Observationes microscopicae et experimenta de motu spermatozoorum. Gottingae* 1842. *Diss.* — 5) *Wagner*'s Physiologie 3. Aufl., S. 19; *Leuckart*'s Artikel »Zeugung« im Handw. d. Phys. Bd. 4, S. 822; *Ankerman*, *De motu et evolutione filorum spermaticorum ranarum. Regimonti* 1854. *Diss.*, ins Deutsche übertragen in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 8, S. 129; *Koelliker* in der Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 7, S. 181; *P. Mantegazza* in den *Rendiconti del reale instituto lombardo*. 1867. *Fasc.* 6 u. 7, *p.* 183 und im *Journ. de l'Anat. et de la Physiol. Tome* 5, *p.* (181. — 6) Der Entdecker dieses Eindringens beim Säugethiere, sowie des ganzen Prozesses überhaupt, ist der Engländer *M. Barry*. S. dessen Abhandlungen in den *Phil. Transactions* 1840, *P.* 2, *p.* 532, 1843, *P.* 1, *p.* 33 und in den *Proceedings of the Royal Society* vom Juni 1853. Für Frösche beobachtete den Vorgang *Newport* in den *Phil. Transact.* 1851, *P.* 1, *p.* 169 und 1853, *P.* 2, *p.* 233 (und 271); für Helminthen *Nelson* ebendaselbst 1852, *P.* 2, *p.* 563. Bestätigungen der *Barry*'schen Entdeckung erhielten wir alsbald durch *Meissner* (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 6, S. 245) und *Bischoff* (Bestätigung des von Dr. *Newport* bei den Batrachiern und Dr. *Barry* bei den Kaninchen behaupteten Eindringens der Spermatozoiden in das Ei. Giessen 1854, S. 7). — 7) Wahrscheinlich unter einer Fettdegeneration.

§ 286.

Wie wir früher sahen, gehen die dickwandigen Samenleiter, *Vasa deferentia* [1]) allmählich aus dem Gange der Nebenhoden hervor. Sie zeigen demgemäss auch einen ähnlichen Bau, eine äussere bindegewebige Lage, dann die gleiche, aber stärkere Muskelschicht mit den drei dort schon erwähnten Straten, einer äusseren stärkeren und einer inneren schwächeren Längsfaserschicht, sowie einer mittleren zirkulärer Fasern (dem stärksten Stratum). Die Schleimhaut trägt ein Epithelium 0,0501^{mm} hoher Zylinderzellen [2]). Gegen das untere Ende des Samenleiters erscheint eine spindelförmige Anschwellung (»Ampulle« von *Henle*). Hier treten dann von dem Hauptkanale unter sehr spitzen Winkeln blindsackige, nach aufwärts in seiner Wandung hinziehende Divertikel ab.

Mit der Erweiterung ändert die Schleimhaut; sie wird dicker, faltig, und entwickelt ein System von Grübchen und Ausbuchtungen. Auch blinddarmförmige Drüsen erscheinen in der Wandung der Ampulle mit rundlich polyedrischen Zellen sowie Molekülen eines gelblichen und bräunlichen Farbestoffs (*Henle* [3])). Die Nerven der Samenleiter führen Ganglienzellen und sind markhaltig. Ihre Endigung ist unermittelt.

Einen verwandten Bau besitzen auch die dünnwandigeren **Samenbläschen**, *Vesiculae seminales*[4]). Sie stellen gewissermassen nur weiter entwickelte und selbst wieder verzweigte Divertikel dar (wie wir sie in der Ampulle des *Vas deferens* kennen gelernt haben) und sind einmal Behälter des menschlichen Sperma, dann absondernder Natur. In ihrer Hülle kommen theilweise Bündel glatter Muskeln vor. Der Inhalt erscheint als eine durchsichtige, gallertartig gerinnende, später wieder sich verflüssigende Masse, offenbar der gleiche Stoff des entleerten Samens (§ 284). Nach *Gerlach*[5]) soll die mit netzförmigen Vertiefungen versehene Schleimhaut reichliche zusammengesetzte Schleimdrüsen, nach *Henle* Schlauchdrüsen, nach *Klein* nur Gruben führen. Ihr Bau ist im Uebrigen der Ampulle ähnlich.

Die **Ausspritzungskanäle**, *Ductus ejaculatorii*, kommen in ihrem Bau auf die zuletzt genannten Organe heraus.

Ihr Kaliber nimmt während des Verlaufes durch die Vorsteherdrüse beträchtlich ab; die Mukosa zeigt in dem weiteren Theile noch dieselben Falten und die nämlichen schlauchförmigen Drüsen mit den gleichen gelben und bräunlichen Molekülen, wie in der Ampulle und den Samenbläschen. Innerhalb der Vorsteherdrüse weicht die Muskelschicht der *Ductus ejaculatorii* allmählich einem kavernösen Gewebe (*Henle*), und die Schleimhaut ist dünner, glatter und drüsenlos geworden.

Die **Vorsteherdrüse**, *Prostata*[6]), das massenhafteste unter den mit dem männlichen Geschlechtsapparate verbundenen Organen, bildet ein der traubigen Form angehöriges Drüsenaggregat, zeigt jedoch mehrere Eigenthümlichkeiten. Man kann an ihr mit *Henle* drei Theile unterscheiden, nämlich die beiden Schliessmuskeln der Blase, den aus glatter Muskulatur bestehenden *Sphincter vesicae internus* und den allmählich mit quergestreiften Fäden mehr und mehr versehenen *externus* und endlich den erwähnten Drüsenkörper. Neben einer bindegewebigen, mit muskulösen Elementen versehenen Hülle führt die Prostata noch eine derbe gelbliche Haut, welche vorzugsweise aus glatten Muskelfasern besteht. Dieselbe drängt sich als mächtige Gerüstemasse zwischen das Drüsengewebe ein, und bildet so einen ansehnlichen Theil des ganzen Organs. Die einzelnen Drüsenkörper (ihre Anzahl wird wechselnd von 15—30 und 50 angeführt) ergeben sich uns als traubige Drüsen. Dieselben zeigen birnförmige oder auch mehr verlängerte Bläschen von 0,1254—0,23mm mit einer Bekleidung zylindrischer Zellen. Die Gänge sind enge, mit muskulöser Wand und demselben Zylinderepithelium versehen. Sie münden getrennt in der Umgebung des *Colliculus seminalis* in die Harnröhre.

Ansehnlich erscheint der Blutreichthum des Organs, indem seine Drüsenbläschen von einem dichten Kapillarnetz umsponnen werden. Die Lymphgefässe und die Endigung der Ganglienzellen führenden Prostatanerven sind noch unbekannt[7]).

Das Sekret der Vorsteherdrüse ist wohl demjenigen der Samenbläschen nahe verwandt. Man findet hier wie dort einen in Essigsäure sich leicht lösenden Eiweisskörper.

Aus demselben bestehen dann auch die sogenannten **Prostatasteine**, rundliche, 0,0677—0,023mm grosse, geschichtete Konkretionen, welche in dem Organe älterer Männer wohl kaum vermisst werden, und häufig in den Ausführungsgängen gelegen sind[8]).

Die **Blase der Prostata** (*Vesicula prostatica, sinus prost.*), oder wie *E. H. Weber* das Organ genannt hat, der *Uterus masculinus*[9]), bildet einen 7—14mm grossen, schlanken, blindsackigen Körper, welcher in der Prostatasubstanz gelegen ist. Er trägt dem *Colliculus seminalis* gleich einen Ueberzug geschichteter Epithelialplatten, besitzt eine bindegewebige, mit organischen Muskelelementen untermischte Wandung, und ist von einer dünnen Schicht kavernösen Gewebes umgeben. Er mündet auf der Höhe des *Colliculus seminalis* zwischen den Oeffnungen der beiden Ausspritzungskanäle.

Die *Cowper*'schen Drüsen[10]) stellen kleine, ein paar Linien messende rundliche, mehr oder weniger gelappte Körper dar. Sie besitzen eine bindegewebige,

von einzelnen Bündeln quergestreifter Muskulatur durchzogene Hülle, und bieten den Bau traubiger Drüsen dar. Ihre Läppchen, durch Bindegewebe mit kontraktilen Faserzellen getrennt, zeigen kleine Drüsenbläschen mit einer Bekleidung zylindrischer Zellen. Die etwas weiteren ausführenden Gänge der Läppchen haben niedrigere Zellen. Sie treten im Innern des Organs bald zu einer Anzahl stärkerer Gänge zusammen, welche einem Durchschnitt der Drüse das Ansehen verleihen, als enthalte sie eine einfache oder fächerige Höhle. Zuletzt vereinigen sie sich spitzwinklig zu einem einzigen Stamm.

Anmerkung: 1) Neben dem grossen Werke *Koelliker*'s, S. 404 und dessen Abhandlung in der Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. 1, S. 66, sowie der Darstellung in *Henle*'s Eingeweidelehre, S. 365 s. man noch *Klein* im *Stricker*'schen Handbuch S. 635, endlich auch *L. Fick* in *Müller*'s Archiv 1856, S. 473. — 2) Genaue Angaben über das Epithel hat *Klein*. In geringer Länge führt das Anfangsstück noch Flimmerzellen (vergl. § 93). — 3) *Klein* betrachtet sie nur als einfache Gruben der Schleimhaut. — 4) Man s. *C. J. Lamperhoff, De vesicularum seminalium natura et usu. Berolini* 1835. *Diss.*; *Koelliker* an ersterem Orte S. 404; *Henle* a. a. O. S. 368; *Viner Ellis* in den *Med.-chir. Transact. Vol.* 39, *p.* 327; *L. J. Herkenrath, Bijdrage tot de Kennis van den bouw en de virrigting der vesicula seminalis. Amsterdam* 1858. *Diss.* Ueber die Samenblasen, Prostata und *Cowper*'schen Drüsen der Säugethiere s. man *Leydig* in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 2, S. 1. — 5) Handbuch, S. 373. — 6) *Koelliker* in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 1, S. 67 und Mikr. Anat. S. 406; *Henle* a. a. O. S. 376; *Jarjavay, Recherches anatomiques sur l'urèthre de l'homme. Paris* 1856; *V. Ellis* a. a. O.; *Klein* a. a. O. und *W. Svetlin* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 62, Abth. 1, S. 585). — 7) *H. Reinert* in *Henle*'s und *Pflüger*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 34, S. 194. — 8) *Virchow* in s. Archiv Bd. 5, S. 403; Würzburger Verhandlungen Bd. 2, S. 52, Bd. 7, S. 227; *Paulitzky, De prostatae degeneratione amyloidea et concretionibus. Berolini* 1857. *Diss.* — 9) *E. H. Weber*, Zusätze zur Lehre vom Bau und den Verrichtungen der Geschlechtsorgane in den Abhandlungen der Jablonowsky'schen Gesellsch. 1846; *Koelliker* in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 1, S. 67 und Mikr. Anat. S. 406; *H. Meckel*, Zur Morphologie der Harn- und Geschlechtswerkzeuge, S. 58; *Leuckart*'s Artikel: »*Vesicula prostatica*« in d. *Cyclop. Vol.* 4, *p.* 1415; *Henle*'s Eingeweidelehre, S. 385. — 10) *Koelliker*'s Mikr. Anat. S. 407; *Henle* a. a. O. S. 392. Der letztgenannte Verf. zählt die *Cowper*'schen Drüsen zum Harnapparate.

§ 287.

Wir haben noch der Harnröhre und des Begattungsgliedes des Mannes[1]) zu gedenken.

Die männliche Harnröhre, *Urethra*, besteht bekanntlich aus drei Theilen, einem von der Vorsteherdrüse umgebenen Anfangstheile (*pars prostatica*), einem sich anschliessenden selbstständigen häutigen Mittelstücke (*p. membranacea*) und einer dritten längsten und wiederum unselbstständigen Partie (*p. cavernosa*), welche durch das männliche Glied, *Penis*, verläuft. Hier nämlich wird sie umhüllt von dem einen spongiösen Körper (*corpus cavernosum s. spongiosum urethrae*), der mit seinem vorderen Ende die Eichel, *Glans penis*, herstellt. Zu ihm gesellen sich zwei ganz ähnliche Gebilde, *C. c. cavernosa penis*, hinzu, welche, von der äusseren Haut überkleidet und mit besonderen quergestreiften Muskeln (*m. m. ischiocavernosi* und *bulbocavernosi*) versehen, das Begattungsorgan bilden.

Die Harnröhre des Mannes[2]) zeigt uns als innere Lage eine Schleimhaut, welche in dem prostatischen und häutigen Theile theils noch einen Ueberzug von Platten- oder Uebergangsepithelium, dagegen nach abwärts zylindrische Zellen (§ 91) besitzt. Umhüllt ist die Mukosa von einer bindegewebigen, an elastischen Elementen reichen Schicht von loserem Gefüge, deren Maschenräume ein kavernöses Gewebe formiren (*Henle*). Aeusserlich erscheint glatte Muskulatur mit inneren Längs- und äusseren Querfasern.

Doch die einzelnen drei Theile der Urethra bedürfen noch einer weiteren Besprechung.

In dem prostatischen Stücke fällt zunächst als längsgerichtete Hervorragung der *Colliculus seminalis* auf, dessen wir schon bei der Mündung der

Ductus ejaculatorii und der *Prostata* zu erwähnen hatten. Er besitzt eine längsfaltige Schleimheit, und besteht aus einem elastischen, von Bündeln kontraktiler Faserzellen durchsetzten Gewebe, welches einen kavernösen Charakter trägt. In der Nähe der Oberfläche wird jene kavernöse Masse stellenweise durch Drüschen verdrängt, welche denjenigen der *Prostata* gleich sind, und theils noch in der Mukosa, theils tiefer liegen (*Henle*). Die Schleimhaut in der *Pars prostatica* der Urethra zeigt ein sehr feines, netzartiges, doch vorwiegend längsgerichtetes Faltensystem und den eben erwähnten ganz ähnliche Drüschen.

Im mittleren oder häutigen Theile der Harnröhre erhalten wir unter der Schleimhaut das längsmaschige kavernöse Gewebe wieder; dagegen wird die organische Muskulatur schwächer, und hier umhüllt von den Bündeln des aus quergestreiftem Gewebe bestehenden und im Allgemeinen quer angeordneten *M. urethralis*.

Noch weitere Verkümmerung erfährt das glatte Muskelgewebe in der *Pars cavernosa*. Die Schleimhaut besitzt noch einen Ueberzug zylindrischer Zellen, welcher bald entfernter, bald näher der Mündung der Harnröhre einem geschichteten Plattenepithelium Platz macht. Letzteres beginnt nun, Schleimhautpapillen zu bedecken.

Dann enthält der letztgenannte Theil der Urethra unregelmässige, nicht drüsige Gruben (*Lacunae Morgagnii*) und die vereinzelten kleinen unentwickelten traubigen *Littre*'schen Drüsen, deren Bläschen und Gänge von einem Zylinderepithel bekleidet sind. In der *Pars membranacea* scheinen letztere Drüsen zu fehlen (*Henle*).

Wir reihen hier die Haut des *Penis* an. Diese, bis zum freien Rande des *Praeputium*, ist dünn und schlaff. Sie führt nach vorne zu abnehmende kleine Wollhärchen, in deren Bälge Talgdrüsen ausmünden. Ihr sehr dehnbares subkutanes Bindegewebe wird von längslaufenden Bündeln glatter Muskulatur (Fortsetzungen der *Tunica dartos* des Skrotum) durchsetzt, und entbehrt der Fettzellenansammlungen. Es bildet jenes subkutane Gewebe eine Ueberzugsmasse des ganzen Organs bis zum Grunde der Eichel (*Fascia penis*). An der Wurzel des männlichen Gliedes wandelt sich diese überkleidende Lage zu dem wesentlich elastischen Aufhängeband der Ruthe (*Ligamentum suspensorium penis*) um.

Dieselbe grosse Dehnbarkeit bietet denn auch das fettfreie, aber glatte Muskulatur beherbergende Bindegewebe dar, welches die beiden Platten der Vorhaut mit einander verbindet.

Die Oberfläche der Eichel zeigt eine mit dem darunter befindlichen kavernösen Gewebe fester verbundene zarte und dünnere Haut. Dieselbe führt zahlreiche, gegen die Harnröhrenmündung konvergirende Papillenreihen, welche im überziehenden Plattenepithelium verschwinden. Grössere, 0,9—0,5^{mm} messende Papillen, als weisse Fleckchen durch die Haut durchschimmernd oder diese hügelartig vorwölbend, stehen öfters an der *Corona glandis*.

Die innere Lamelle der Vorhaut, glatt, faltenlos, bietet die Beschaffenheit einer Schleimhaut dar. Sie bleibt ohne Haare und knauelförmige Drüsen, besitzt dagegen zahlreiche zottenartige Papillen.

Mit dem Namen der *Tyson*'schen Drüsen, *Gl. praeputiales* (auch der *Littre*'schen), bezeichnet man Talgdrüsen [3]), welche wechselnd in Anzahl und Gestalt namentlich auf der Innenseite des Praeputium und, hier und da einmal auch, der Oberfläche der Eichel, namentlich in der Nähe des Frenulum, vorkommen. Ihr Sekret mischt sich den abgestossenen Epidermoidalschüppchen jener Theile zu, und betheiligt sich so, doch in ganz untergeordneter Weise, zuweilen an dem Gemenge der Vorhautschmiere, des *Smegma praeputii* [4]).

Die kavernösen Körper [5]) führen jeder eine aus Bindegewebe und reichlichen elastischen Fasern bestehende, jedoch an glatten Muskeln arme Hülle (*T. albuginea*, *fibrosa*), an welcher nach einwärts zahllose Balken, Platten und

Plättchen entspringen, bestehend aus bindegewebigen und elastischen, sowie reichlichen glatten Muskelfasern. Jene theilen und verbinden sich auf das Vielfachste mit einander, und stellen so, an einen Schwamm erinnernd, ein kommunizirendes Höhlen- oder Kavernensystem dar, welches von den charakteristischen Gefässzellen ausgekleidet wird, und einen zur Aufnahme des Blutes bestimmten eigenthümlichen venösen Blutbehälter bildet.

Im Allgemeinen kommen in ihrem Baue die verschiedenen kavernösen Körper des Mannes überein. Die eben gelieferte Schilderung bezieht sich zunächst auf die *Corpp. cavernosa penis*, welche nach vorwärts durch eine unvollkommene fibröse Scheidewand getrennt sind. Von ihnen unterscheidet sich der Schwellkörper der Harnröhre durch eine dünnere Hülle, engere Kavernen und zartere Balken, sowie einen grösseren Reichthum elastischer Fasern. Noch enger fällt das Lückensystem im kavernösen Körper der Eichel aus.

Die eben erwähnten Reservoire sind beständig mit Blut erfüllt, erfahren aber zeitweise eine Ueberladung mit demselben, und bewirken so die Aufrichtung oder Erektion des männlichen Gliedes.

Um diesen Vorgang zu begreifen, müssen wir die ganze Gefässanordnung und Zirkulation der kavernösen Organe näher kennen lernen. Wir folgen hierbei einer ausgezeichneten Arbeit von *Langer*.

Die Schwellkörper der Ruthe erhalten nur einige unbedeutende kleine Zweige der *Arteria dorsalis*; ihre Versorgung geschieht im Wesentlichen durch die *Arteriae profundae*, welche dem Septum nahe verlaufen. Sie sind umschlossen von einer mit dem kavernösen Zellenwerk zusammenhängenden Scheide, und geben allmählich reichliche, stellenweise anastomosirende Zweige dem Schwellgewebe ab. Letztere sind von Trabekeln umscheidet, und zeigen im nicht erigirten Penis einen gekrümmten Verlauf.

Die Uebergänge in das venöse Kavernensystem sind aber mehrfache:

Die kavernösen Gefässkanäle nehmen rasch gegen die Oberfläche des Schwellkörpers, und rascher noch gegen das Septum hin, an Weite ab. Hier kommen dann, den Uebergang vermittelnd, wirkliche Haargefässnetze weiterer Röhren vor. Sie stellen das »oberflächliche Rindennetz«, wie sich *Langer* ausdrückt, her, und (Fig. 551. 1. *a*) kommuniziren mit einem tiefer gelegenen System viel weiterer venöser Gänge (*b*), »dem tieferen Rindennetz«.

In das letztere findet aber auch ein unmittelbarer Uebergang feiner Arterienästchen statt (2. *a*), und so erklärt sich die rasche Erfüllung des peripherischen Kavernensystems.

Auch in die weiteren Venenbehälter des Innern kommt eine derartige direkte Einmündung arterieller Endzweige vor — und zwar mit trichterartig verbreiterter Uebergangsstelle (»Zapfen«).



Fig. 551. Aus dem peripherischen Theil des *Corpus cavernosum penis* bei schwacher Vergrösserung. 1. *a* Sogenanntes oberflächliches und *b* tieferes Rindennetz. 2 Einsenkung arterieller Aestchen (*a*) in die Gänge des tieferen Rindennetzes (Kopie nach *Langer*).

Das Balkenwerk auch im Innern des *Corpus cavernosum penis* enthält ein weitmaschiges Kapillarnetz, dessen Abfluss vermuthlich in jene venösen Räume geschieht.

Die Wandungen der *Art. profunda* besitzen endlich ebenfalls ein Maschenwerk der Haargefässe. Letztere sammeln sich zu hier befindlichen venösen Stämmchen, und diese gehen über in ein die Schlagader umhüllendes Netzwerk venöser Räume.

Die sogenannten *Arteriae helicinae,* von *J. Müller* aufgestellt und Objekt manchfacher Kontroversen, sollten unter manchfachen Krümmungen und rankenartigen Windungen verlaufen, und theilweise blindsackige, in die Kavernen einspringende Endigungen darbieten. Dieselben stellen Artefakte her, (*Rouget, Langer*), theils in Folge unvollkommener Injektion entstanden, theils durch das Zusammenschnurren durchschnittener elastischer Trabekeln.

Zur Abfuhr des Blutes aus jenem Kavernensystem dienen einmal für dessen dorsalen Theil kurze venöse Gänge, welche aus dem tieferen Rindennetz in die *V. dorsalis penis* einmünden (sogenannte *Venae emissariae*). Aus den inneren Theilen des Kavernensystems führen die neben der Urethralfurche austretenden *Venae emissariae inferiores* und aus den Schenkeln des *Corpus cavernosum* die *Venae profundae*.

Der Schwellkörper der Urethra zeigt, mit dem venösen Kavernensystem zusammenhängend, ein inneres, die Harnröhre umgebendes längsmaschiges Venennetz. Nur im *Bulbus* kommt ein direkter Uebergang arterieller Zweige in die Kavernen vor; sonst bilden sich vermittelnde Haargefässnetze aus. Ein solches zeigt auch die Mukosa der Harnröhre.

Im Schwammkörper der Eichel, wo das Kavernensystem mehr durch wirkliche venöse Gefässe ersetzt wird, geschieht überall, sowohl oberflächlich als in der Tiefe, die Verbindung durch Haargefässnetze (*Langer*).

Die Lymphgefässe der männlichen Harnröhre, mit denen der Harnblase zusammenhängend, bilden entwickelte längsgerichtete Netze, welche in die lymphatischen Bahnen der *Glans penis* ununterbrochen übergehen. Letztere sind sehr zahlreich, jedoch dünner als in der Urethra [*Teichmann*[7])]. Sie bilden wiederum Netze meist ansehnlicher Gänge in der oberen Schicht der Haut, und kommen am reichlichsten an der Glans, weniger entwickelt am Praeputium und den übrigen Theilen der Ruthe vor [*Belajeff*[8])]. Stärkere wegführende Stämme ziehen über den Rücken des Penis. Sie gelangen theils in das kleine Becken, theils zu den Leistendrüsen.

Die Nerven des männlichen Gliedes stammen theils vom zerebrospinalen Systeme (*N. pudendus*), theils vom Sympathikus (*Plexus cavernosus*). Letztere sollen nur das kavernöse Gewebe, erstere neben diesem besonders Haut und Mukosa versorgen. Besonders reich an Nerven ist die Haut der Eichel. Hier hatte schon vor Jahren *Krause* Endkolben gefunden; zu welchen später die Genitalnervenkörperchen (S. 337) hinzugekommen sind. Eine weitere Komplikation derselben wollte dann *Tomsa* (S. 338, Anm. 2) getroffen haben, welcher auch noch von einer zweiten einfacheren Endigungsweise der Eichelnerven berichtet[9]). *Pacini*'sche Körperchen hinter der Glans in der Nähe der *Arteria dorsalis penis* fand *Schweigger-Seidel*[10]).

Was die Theorie der Erektion[11]) betrifft, so hat schon vor längerer Zeit *Koelliker* den Vorgang in einer vom Nervensystem erzielten Erschlaffung der Muskelmassen der kavernösen Körper gesucht, durch welche die Bluthehälter der kavernösen Körper natürlich ausgedehnt werden müssen. Später fand *Eckhart* für den Hund die Erektionsnerven in Fäden, welche vom *Plexus ischiadicus* zum *hypogastricus* verlaufen. *Lovén* zeigte, wie bei diesem Versuche aus dem eröffneten kleinen Arterienästchen des kavernösen Gewebes plötzlich ein hellrother Blutstrahl hervorschiesst. Der Blutdruck in den Penisgefässen bleibt hierbei weit unter dem in der Karotis.

Wir werden somit eine durch Nervenreizung hervorgerufene Erschlaffung der

Wandung jener kleineren Arterien vor uns haben, derjenigen vergleichbar, welche bekanntlich der Vagus auf das Herz übt.

Eine Beschränkung des Blutabflusses erhöht wohl noch die so entstandene Erektion. Hierzu kann der *M. transversus perinaei* dienen (*Henle*), indem er den Abfluss aus den Wurzeln des Penis hemmt. Ebenfalls hierher rechnet noch die Lage der *Venae profundae* im Schwellkörper, sowie der Umstand, dass die Venen des *Plexus pudendalis* an glatten Muskeln reiche Vorsprünge besitzen.

Anmerkung: 1) *Koelliker*, Mikr. Anat. S. 409, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 1, S. 67 und Würzburger Verhandlungen Bd. 2, S. 118; *Kobelt*, Die männlichen und weiblichen Wollustorgane; *Henle*'s Eingeweidelehre S. 396; *Klein* a. a. O. S. 644. — 2) Man vergl. noch *Jarjavay* a. a. O. — 3) Ueber diese *Tyson*'schen oder *Littre*'schen Drüsen s. man *Henle*'s Eingeweidelehre S. 418; *Koelliker*'s Mikr. Anat. Bd. 2, 1, S. 184; *G. Simon* in *Müller*'s Archiv 1844, S. 1; *C. Krause* im Handw. d. Phys. Bd. 2, S. 127; *Hyrtl*, Oestr. Zeitschrift f. prakt. Heilkunde 1859, No. 49, sowie endlich *Schweigger-Seidel* in *Virchow*'s Archiv Bd. 37, S. 225. — 4) Analysen lehren im *Smegma* das Vorkommen von Fetten, Albuminaten, Harnstoff und Mineralbestandtheilen. Vergl. *Lehmann* bei *Weber* in *Froriep*'s Notizen, 3. R. Bd. 9, S. 103. — 5) *Henle* (a. a. O. S. 396) unterscheidet neben dem gewöhnlichen kavernösen Gewebe, das nur vorübergehend dem Zustande der Ueberfüllung anheimfällt, noch eine andere Art desselben, bei welcher die Blutfülle der bleibende und die Abschwellung der vorübergehende Zustand ist. Der Verf. rechnet dahin eine besondere Schicht, von welcher Kanäle umgeben werden, die den Inhalt eines blasigen Behälters schnell und in einem Strahle auszutreiben haben, wo mithin die Wandung der ausdehnenden Gewalt einen möglichst geringen Widerstand entgegensetzen soll. Er führt hier die schon früher erwähnte kavernöse Schicht der weiblichen Harnröhre und beim Manne die *Ductus ejaculatorii*, die *Pars prostatica* und *membranacea urethrae* auf, und gibt einer solchen Struktur den Namen des kompressiblen kavernösen Gewebes. Ihm stehen die *Corpp. cavernosa penis et clitoridis* als erektiles entgegen; an den Eigenschaften beider nehme das *Corp. cavern.* der männlichen Urethra Antheil. — 6) Man s. zu den Gefässanordnungen der kavernösen Körper und der *Art. helicinae J. Müller*'s Physiologie Bd. 1 (erste Aufl.), S. 213 und im Archiv 1835, S. 202; *Valentin* im Repertorium 1836, S. 72 und *Müller*'s Archiv 1838, S. 182; *C. Krause* ebendas. 1837, S. 30; *Henle*'s allg. Anatomie S. 485 und Eingeweidelehre S. 396 und 402; *Erdl* in *Müller*'s Archiv 1841, S. 421; *Koelliker*'s Mikr. Anat. S. 412 und Gewebelehre, 5. Aufl., S. 539; *Gerlach*'s Werk S. 386; *Rouget, Journ. de la phys. Tome* 1, *p.* 326 und vor Allem die wichtige Arbeit von *Langer*, Wiener Sitzungsberichte Bd. 46, Abth. 1, S. 120; *Robin* in der *Gaz. méd.* 1865, *p.* 167 etc. — 7) a. a. O. S. 99. — 8) Vergl. *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie. Tome* III, *p.* 465 und 594. — 9) Nämlich einem Fasernetz mit kleinen Terminalzellen. — 10) *Virchow*'s Archiv Bd. 37, S. 230. — 11) *Koelliker* in d. Würzburger Verhandlungen Bd. 2, S. 121; *Herberg, De erectione penis. Lipsiae* 1844. *Diss.*; *Kobelt* a. a. O.; *Eckhard* in seinen Beiträgen zur Anatomie und Physiologie Bd. 3, S. 125, Giessen 1863; *Lovén* in den Berichten der sächs. Ges. der Wiss. 1868, S. 85.

B. Organe der animalen Gruppe.

---

6. Der Knochenapparat.

§ 288.

Die Behandlung des Knochenapparats oder Knochensystems[1]) wurde schon im zweiten Theile unseres Werkes beim Knochengewebe (§ 140—149) fast vollständig geliefert, so dass es sich hier nur noch um einige Ergänzungen handelt, soweit sie die Verbindungsweise der Skeletstücke mit einander, die Gefässe und Nerven der Knochen, sowie die Ausfüllungsmassen ihrer Höhlungen betreffen.

Bekanntlich ist die Vereinigungsweise der Knochen eine verschiedene. Während bei dem Embryo überall anfangs solide Verbindungsmassen vorkommen dürften, bleibt in der späteren Periode nur ein Theil in dieser Art. Es entsteht so die *Synarthrosis* der Anatomen, als deren Erscheinungsformen die Nahtverbindung, *Sutura*, und die Fuge, *Symphysis*, anzusehen sind. Bei anderen dieser ursprünglichen Verbindungsmassen beginnt ein Verflüssigungsprozess im Inneren, der zur Höhlenbildung führt, während sich die peripherischen Zellen jener Substanz zu dem Gewebe der Kapsel, ihrem Epithelium etc. umgestalten. Man bezeichnet diese Vereinigungsweise mit dem Ausdrucke der Gelenkverbindung, *Diarthrosis*. Bleibt, wie es bei Symphysen oftmals der Fall ist, der Verflüssigungsprozess des Innern auf einer früheren Stufe stehen, so bildet sich ein sogenanntes Halbgelenk [*Luschka*[2])]. Letztere bieten im Uebrigen etwas Wechselndes und Unbestimmtes dar, und lassen keine Synovialbekleidung der Innenfläche erkennen.

Was nun die einzelnen Formen der Knochenverbindung angeht, so wird die Naht durch den fälschlich sogenannten Nahtknorpel gebildet, einen feinen Streifen eines weisslichen, faserigen Bindegewebes. Die Symphyse geschieht durch hyaline Knorpelmasse, welcher sich bindegewebiger Knorpel und Bindegewebe hinzugesellen. Die Knochenenden sind hierbei von einer Lage hyaliner Knorpelmasse bekleidet, welche allein, äusserlich von Bindegewebe umhüllt, die Vereinigung vollzieht, oder jener Knorpel geht allmählich mehr und mehr in bindegewebigen über, der reinem Bindegewebe stellenweise Platz machen kann. Schon früher wurde dieser Textur beim bindegewebigen Knorpel § 109 gedacht, wo wir die Wirbelsymphysen genauer erörterten. Halbgelenke stellen die *Symphysis ossium pubis*[3]) und *sacroiliaca*, und die Verbindungsmassen des zweiten bis siebenten Rippenknorpels mit dem Brustbein häufig oder fast als Regel dar. An der Symphyse begegnet man vielfach gegen den Knochen hin einer Schicht verkalkten Knorpelgewebes. — Ein weiteres Eingehen in die betreffenden Strukturverhältnisse müssen wir der beschreibenden Anatomie überlassen.

Was die Gelenke betrifft, so ist ihrer Knorpel in § 107 gedacht worden, ebenso in § 109 der zuweilen vorkommenden *Labra cartilaginea*.

Sehr allgemein zeigt der Knochen unter dem Gelenkknorpel eine Schicht eigenthümlichen unentwickelten Knochengewebes. Dieselbe, im Mittel 0,27^{mm} dick (*Koelliker*), wird von gelblicher, meist faseriger, harter Grundmasse hergestellt, enthält aber weder *Havers*'sche Kanäle noch Knochenkörperchen. Statt ihrer trifft man (an Schliffen lufthaltige) Knorpelkapseln.

Das Gewebe der Synovialkapseln erwähnt § 135. Sie sind im Uebrigen reich an Blutgefässen und, wie es scheint, auch an lymphatischen Bahnen [*Teichmann*[4])]. Durch Umlagerung mit einem festen fibrösen Gewebe wird die Synovialkapsel vielfach bedeutend verstärkt. Die Epithelien der Gelenkhöhlen, soweit sie vorkommen, sind § 88 und die Gelenkschmiere § 97 geschildert. Ueber die Zwischengelenkknorpel, bindegewebeknorplige Scheiben, welche sich von der Synovialkapsel aus zwischen die Knochenenden in die Gelenkhöhle einschieben können, vergl. § 109. Die Gelenkbänder bestehen aus Bindegewebe (§ 135).

Indem das Bindegewebe um die Synovialkapseln herum vielfach Fettzellen führt, drängen sich nicht selten, wie § 122 bemerkt ist, Anhäufungen derselben in Form von Falten in die Gelenkhöhle herein, die sogenannten *Havers*'schen Drüsen darstellend, welche namentlich im Hüft- und Kniegelenk sich finden. Häufiger, und fast in allen Gelenken vorkommend, sind falten- und franzenartige Einsprünge eines an Gefässen reichen Synovialgewebes, meist ohne Fettzellen und nur zuweilen mit einzelnen dem Bindegewebe eingesprengten Knorpelzellen. Es sind die *Plicae vasculosae* der Gelenke[5]). Aehnliche Bildungen treten auch in Halbgelenken, aber ohne Gefässe auf (*Luschka*).

Anmerkung: 1) Wir erwähnen noch zwei wichtige, erst kürzlich erschienene Werke: *Z. J. Strelzoff* in *Eberth*'s Unters. aus d. path. Inst. in Zürich. Leipzig 1873 und *Koelliker*, Die normale Resorption des Knochengewebes. Leipzig 1873. — 2) *Luschka*, Die Halbgelenke des menschlichen Körpers. Berlin 1858; *Henle*'s Knochenlehre S. 118. — 3) Man vergl. noch *Aeby* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 4, S. 1. Die betreffende Höhlung der *Symphysis ossium pubis*, vor dem 7ten Jahre nicht vorhanden, fehlt nach dem Verf. fast nie bei Weibern, öfters in männlichen Körpern. — 4) a. a. O. S. 100. — 5) Die erwähnten Gebilde sind gewöhnlich haut- und blattartige kleinere Fortsätze tragend und oft von der sonderbarsten Gestaltung. — Von ihnen sind (wenn auch nicht ausschliesslich) die sogenannten »Gelenkmäuse« abzuleiten, gelöste, mehr oder weniger verkalkte knorplige Massen, welche namentlich im Kniegelenk vorkommen. Ueber diesen Gegenstand s. man *Virchow*, Die krankhaften Geschwülste Bd. 1, S. 449.

§ 289.

Hinsichtlich der Blutgefässe des Knochens[1]) ist zu bemerken, dass die Beinhaut (§ 135) einen beträchtlichen Gefässreichthum führt, vorwiegender jedoch durchtretende, zur Ernährung des Knochengewebes bestimmte weitere Röhren, als bleibende, ihr angehörige feinere. Die letzteren bilden mässig entwickelte Kapillarnetze.

Um die Gefässanordnung des Knochengewebes zu verstehen, empfiehlt sich zunächst ein Röhrenknochen. Wie wir oben sahen, treten einmal zahlreiche Gefässe von der Beinhaut her in die Oeffnungen der hier mündenden *Havers*'schen Kanälchen (§ 140) ein, und bilden daselbst ein weitmaschiges gestrecktes Netz weiter Röhren, welche jedoch öfters nicht den Charakter von wahren Haargefässen annehmen, sondern als kleine Arterien- und Venenzweigelchen zu betrachten sind. Dann findet sich bekanntlich an der Diaphyse eines derartigen Knochens ein einfacher oder doppelter weiterer Kanal (*Foramen nutritium*), in welchen ein Arterienstamm (*A. nutritia*) eindringt, um in die grosse Axenhöhle zu gelangen. Hier zerfällt jener unter Bildung eines auf- und absteigenden Astes allmählich in ein die Fettzellen des Markes (s. u.) umspinnendes Haargefässnetz, von welchem einzelne Röhren in die inneren Oeffnungen des *Havers*'schen Gangwerks sich einsenken, um mit den peripherisch vom Periost hergekommenen Gefässchen innerhalb jener zu anastomosiren. Auch in die Epiphysen erfolgt der Eintritt der Blut-

gefässe theils äusserlich (sei es in Form feiner Röhren der Beinhaut, sei es bei den hier zahlreicheren Ernährungslöchern in Gestalt stärkerer Stämmchen), theils durch zahlreiche Kommunikationen mit den Gefässen der Markkanälchen des Mittelstücks. Diese Gefässe halten daselbst einmal ebenfalls das *Havers*'sche Gangwerk ein, dann verbreiten sie sich in die Markräume.

Der Verlauf der Venen ist ein den Arterien analoger, indem einmal durch die grösseren und kleineren Ernährungslöcher austretende Venen das Blut aus dem Knochen wegführen, und dann andere Stämmchen zur peripherischen Mündung der Markkanälchen hervor in das Periosteum zurückkehren.

Was nun die anders gestalteten Knochen, die kurzen und platten nämlich, angeht, so verhalten sich dieselben, wenn wir von den platten Schädelknochen absehen, in der Gefässanordnung den Epiphysen ähnlich. Durch die vielen Löcher der Knochenoberfläche treten zahlreiche feinere Arterien und Venen ein und aus, deren Endausstrahlungen jedoch mehr in den Markzellen als den spärlichen *Havers*'schen Kanälen zu treffen sind. Die platten Schädelknochen dagegen werden zwar ebenfalls durch Löcher der beiden Glastafeln mit zahlreichen feinen arteriellen Aesten versorgt, welche sich in den Räumen der Diploe zum Haargefässnetz verzweigen. Die Venen jedoch liegen, wie *Breschet* fand, als sehr dünnwandige Röhren in weiteren, vielfach verzweigten knöchernen Kanälen, welche die Diploe in verschiedenen Richtungen durchziehen, und theils in die äusseren Venen des Kopfes, theils diejenigen der *Dura mater* einmünden. — Die die Knochenenden überkleidenden Knorpel bleiben gefässlos.

Lymphgefässe des Knochensystems sind nicht mit Sicherheit dargethan.

Die Nerven der Knochen [2]) halten in ihrer Anordnung ein ähnliches Verhältniss ein, wie die Blutgefässe. — Die Beinhaut ist reich an ihnen. Indessen geht die grösste Zahl einfach hindurch, um in den Knochen zu gelangen, und nur eine geringe Anzahl gehört ihr wirklich an. Doch kommen in letzter Hinsicht nach den einzelnen Stellen weitere Differenzen vor, indem manchmal über grössere Strecken die Periostnerven ganz fehlen, anderen Ortes dagegen häufiger erscheinen. Sie sind von mittelstarken und breiten Fasern gebildet, welche unter Theilungen endigen.

Die Nerven treten mit den Blutgefässen, welche das Periost durchsetzten, als feine Stämmchen in die *Havers*'schen Kanäle ein; dann als stärkere Stämmchen durch die *Foramina nutritia*. Sie verbreiten sich von hier aus in der grossen Markhöhle. Die Endigungsweise ist noch unermittelt (vergl. S. 342). Manche kurze und platte Knochen, wie die Wirbel, das Schulterblatt und die Hüftbeine, sind recht nervenreich (*Koelliker*). Die Nerven der Knochen aber stammen grösstentheils vom Zerebrospinalsystem.

Die Gelenkkapseln sind ebenfalls reich an Nerven; arm dagegen die Bänder [3]).

Die Ausfüllungsmasse der Hohlräume der Knochen geschieht durch das sogenannte Knochenmark. Dasselbe kommt in doppelter Gestalt, aber mit Uebergängen vor. In den langen Knochen namentlich bildet es eine gelbliche Substanz, welche bei mikroskopischer Untersuchung sich als ein mit sparsamen lockeren Bindegewebebündeln [4]) untermischtes Gewebe von Fettzellen (Fig. 552. *d. e*) zu erkennen gibt, und bei der chemischen Analyse vorzugsweise (nach *Berzelius* bis zu $96^0/_0$) Neutralfette darbietet. (Man vergl. § 122 und 147). In den Epiphysen dagegen, in platten und auch kurzen Knochen erscheint eine andere weichere, röthliche oder rothe Substanz, welche neben ähnlichem, aber noch spärlicherem Bindegewebe und einer mehr und mehr abnehmenden Anzahl der Fettzellen kleinere lymphoide, kontraktile Zellen mit deutlichem Kerne und einem granulirten Inhalte zu führen pflegt. Letztere, 0,0090—0,0113^{mm} gross, sind identisch mit den Fig. 552. *b* gezeichneten Zellen aus dem Marke des Neugeborenen, und galten früher gleich diesen gewöhnlich für die Abkömmlinge der Knorpelmarkzellen (§ 147).

Auch an der Oberfläche des gelben Marks kommen Zellen der letzteren Art hier und da vor (*Luschka*).

Eine interessante Wahrnehmung haben in neuerer Zeit hinsichtlich jener Lymphoidzellen des Knochenmarks *Neumann*[5]) und *Bizzozero*[6]) für Mensch und Säugethier gemacht. Dieselben bieten Uebergänge zu farbigen Blutkörperchen dar, so dass man an Verhältnisse der embryonalen Blutbildung erinnert wird. Man kann an Einwanderung in die Blutgefässe des Knochenmarks denken.

Das rothe Mark enthält nach *Berzelius* in der Diploë 75,5 Wasser und 24,5 feste Theile, Proteinstoffe und Salze, aber nur Spuren von Fett. In dem Knochenmark kommen dann noch als vereinzelte Elemente grosse, vielkernige, hüllenlose Zellen, die bereits besprochenen »Myeloplaxen« (S. 263) vor.



Fig. 552. Knorpelmarkzellen. *a* Aus dem Humerus eines 5monatlichen menschlichen Fötus; *b* aus dem gleichen Knochen des Neugeborenen; *c* stern- und spindelförmige Zellen des ersteren; *d* Bildung der Fettzellen des Marks; *e* eine mit Fett erfüllte Zelle.

Anmerkung: 1) Neben den allgemeinen Werken von *Henle* (S. 817), *Gerlach* (S. 146), *Koelliker* (Bd. 2, Abth. 1, S. 331) und *Todd* und *Bowman* (*Vol.* 1. *p.* 106) vergl. man *Breschet* in den *Nova Acta Acad. Leopold.-Carol.* Bd. 13, P. 1, S. 361. — 2) *Koelliker* a. a. O. S. 337. Nerven im Periost beschrieben *Purkinje* (*Müller*'s Archiv 1845, S. 281), *Pappenheim* (ebendaselbst 1843, S. 441), *Halbertsma* (gleiche Zeitschrift 1847, S. 303), *Engel* (Zeitschr. der Wiener Aerzte, 4. Jahrg. 1, S. 306), sowie *Gros* (*Comptes rendus Tome* 23, p. 1106). — Die Nerven des Knochengewebes sind schon den alten Anatomen theilweise bekannt gewesen. — Neben den meisten der beim Periost genannten Forscher s. man *Kobelt* (in *Arnold*'s Anatomie Bd. 1, S. 245) und *Beck* (Anat.-phys. Abhandlung über einige in Knochen verlaufende und an der Markhaut sich verzweigende Nerven. Freiburg 1846) und *Luschka* (Die Nerven in der harten Hirnhaut. Tübingen 1850). — 3) *Rüdinger*, Die Gelenknerven des menschlichen Körpers. Erlangen 1857. — 4) In der grossen Markhöhle der Röhrenknochen tritt dieses Bindegewebe, der Knochenfläche anliegend, etwas massenhafter auf, und ist dann als sogenanntes *Periosteum internum* oder *Endosteum*, Markhaut, beschrieben worden. Etwas dem Periost Vergleichbares existirt hier aber nicht im Entferntesten. — Dass die beiden Formen des Knochenmarks in einander übergehen, haben wir im Texte bemerkt. Ebenso lehrt die Entwicklung, dass das gelbe Mark aus dem sogenannten rothen, der früheren Bildung hervorgeht. Letzteres erinnert sehr an ein niedriges pathologisches Gewebe, das sogenannte »Granulationsgewebe«. Ueber krankhafte Umwandlungen des Markgewebes s. man *Virchow*'s Cellularpathologie 4. Aufl., S. 523, dessen Geschwülste Bd. 1, S. 399 und 2, S. 5; ebenso *Robin* in der *Gaz. méd.* 1865, *p.* 67 und 105. Man kann neben dem gelben und rothen Mark noch eine gallertartige, dem Schleimgewebe angehörige Form des Markgewebes unterscheiden. Man findet leicht, dass die Markzellen des Frosches nach *Mantegazza* und *Bizzozero* (*Rendiconti del Reale Instituto Lombardo. Classe di scienze matem. e natur. Vol.* 2, *Fasc.* 1) vitale Kontraktilität darbieten. — 5) Centralblatt 1868, S. 689. — 6) *Gazzetta medica Italiana-Lombardia.* 1868. No. 46 (Centralblatt S. 885).

7. Der Muskelapparat.

§ 290.

Die hier in Betracht kommenden Gebilde haben bereits in dem zweiten Theile, namentlich beim Muskelgewebe in § 162—173 ihre Erörterung gefunden. Ueber den Bau der Sehnen handelte § 134 des Bindegewebes, in welchem auch der Faszien gedacht wurde. Ebenso wurde § 109 der Umstand erwähnt, dass die Sehnen nicht selten da, wo sie an Knochen sich inseriren, zwischen ihren Bindegewebebündeln Einlagerungen von Knorpelzellen darbieten, und so einen bindegewebigen Knorpel darstellen. Dass auch im Innern von Sehnen das gleiche

Knorpelgewebe sich entwickeln könne, wurde an derselben Stelle schon bemerkt. Es entstehen so die sogenannten Sesamknorpel. Kommt es zur Bildung einer analogen Knochenmasse, so erhalten wir die sogenannten Sesamknochen.

Die Blutgefässe[1]) der Sehnen finden sich nur sehr spärlich; ja kleine Sehnen bleiben ganz gefässlos, und besitzen nur in dem sie umgebenden Bindegewebe ein weitmaschiges Netz. An stärkeren kommen auch in den oberflächlichen Schichten des Sehnengewebes vereinzelte Röhren vor. An den stärksten gehen Blutgefässe auch in tiefere Sehnenschichten; doch bleiben auch hier die innersten Theile gefässfrei. Die Lymphgefässe der Sehnen und Faszien hat man erst in neuester Zeit kennen gelernt[2]). Sie kommen unerwartet reichlich vor, und füllen sich schon im physiologischen Versuche von der Innenseite (d. h. der dem Muskelgewebe zugekehrten Fläche) aus. Es scheinen also hier Stomata vorzukommen. Der ganze Apparat dürfte zur Abfuhr der Muskellymphe dienen.

Die Schleim- oder Synovialscheiden der Sehnen, *Vaginae synoviales*, fanden schon bei den Sehnen ihre Erwähnung. Denselben Bau besitzen die Schleimscheiden der Muskeln und einen ähnlichen die sogenannten Schleimbeutel, *Bursae mucosae*. Die meisten dieser Bildungen stellen indessen keineswegs, wie man früher annahm, geschlossene seröse Säcke dar. Dieses kommt vielmehr nur hier und da annähernd vor. Ebenso findet sich ein Epithelialüberzug einfacher pflasterförmiger Zellen (§ 87) nur stellenweise, und in das Bindegewebe der Wand können Knorpelzellen eingesprengt sein. Die Inhaltsmasse beiderlei Gebilde wurde bei Erörterung der Synovia (S. 163) angeführt.

Die Blutgefässe der Muskulatur behandelt § 168. Die Muskelnerven haben in § 182 beim Nervensysteme ihre Erörterung gefunden. Lymphgefässe schienen nach den bisherigen dürftigen Untersuchungen ziemlich spärlich vorzukommen [*Teichmann*[3])]. Derartige Kanäle der Muskeln, bis zwischen die Fäden jener im interstitiellen Bindegewebe verlaufend, fand (beim Hunde) *Tomsa*[4]); die der oberflächlichen Herzmuskulatur schilderte *His*[5]).

Anmerkung: 1) *Hyrtl* in der Oester. Zeitschr. für prakt. Heilk. 1859, No. 8. — 2) Diese Lymphwege sind in den letzten Jahren durch die Leipziger Schule genau untersucht worden. S. *Genersich* in den Sitzungsberichten der sächs. Ges. d. Wiss. zu Leipzig 1870, S. 142 und *Ludwig* mit *Schweigger-Seidel*, Die Lymphgefässe der Sehnen und Faszien. Leipzig 1872 (Festschrift). — 3) a. a. O. S. 100. — 4) Wiener Sitzungsberichte Bd. 46. Abth. 2, S. 326. — 5) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 12, S. 223.

8. Der Nervenapparat.

§ 291.

Auch das Nervensystem hat in dem Abschnitte vom Nervengewebe (§ 174—192) grossen Theiles seine Erledigung gefunden. Uebrig geblieben indessen sind uns noch Rückenmark und Gehirn.

Das Rückenmark, *Medulla spinalis*[1]), ein zylindrischer Strang, besteht aus einer inneren grauen oder grauröthlichen und einer äusseren weissen Masse. Erstere, durch das ganze Mark ein Kontinuum bildend, hat im Allgemeinen auf Querschnitten (Fig. 553) das Ansehen eines H, so dass man einen Mitteltheil und paarige vordere (*d*) und hintere (*e*) Hörner (*Cornua anteriora* sowie *posteriora*) unterscheidet. Letztere werden dann von einer helleren gelatinösen Schicht, der *Substantia gelatinosa* von *Rolando* (*f*) umzogen. Im Mittelpunkte der grauen Substanz erscheint der feine Axenkanal, *Canalis centralis* (*c*), das Ueberbleibsel des zum Zylinder geschlossenen fötalen Rückenmarks. Er ist ursprünglich von Flimmerepithelium bekleidet (§ 93).

Die umlagernde weisse Substanz ist durch zwei tiefe mediane Längsfurchen, eine vordere (*a*) und hintere (*b*) (*Fissura anterior* und *posterior*) tief eingeschnitten, und zwar so, dass die beiden weissen Rückenmarkshälften nur unter dem Grunde der vorderen Längsspalte durch weisse Nervenmasse (*k*), die sogenannte weisse vordere Kommissur (*Commissura anterior*) zusammenhängen. Doch enthält letztere auch noch graue Masse. Von dieser wird endlich die hintere Kommissur (*l*) allein hergestellt. — Die weisse Substanz besteht aus drei unvollkommen von einander abgegrenzten paarigen Längssträngen, dem vorderen Strange, *Funiculus anterior* (*g*), dem seitlichen *F. lateralis* (*h*) und dem hinteren, *F. posterior* (*i*).



Fig. 553. Querschnitt des Rückenmarks vom Kalbe (nach *Ecker*). *a* Vordere, *b* hintere Längsspalte; *c* Zentralkanal; *d* vordere, *e* hintere Hörner; *f* *Substantia gelatinosa* von *Rolando*; *g* Vorderstrang mit den motorischen Wurzelbündeln; *h* Seitenstrang mit bindegewebigen Scheidewänden; *i* Hinterstrang mit den sensiblen Wurzelbündeln; *k* die vordere und *l* die hintere Querkommissur.

Am Halstheil des Rückenmarks bildet letzterer, innerster und hinterster Theil den sogenannten *Goll*'schen Strang, auf welchen wir beim verlängerten Mark zurückkommen.

An der Grenze von Seiten- und Vordersträngen senken sich in das Mark, bis in das vordere Horn, die vorderen (motorischen) Wurzeln der Spinalnerven ein, während der Eintritt der hinteren (sensiblen) Wurzeln in analoger Weise an der Grenzlinie von Mittel- und Hinterstrang geschieht.

In histologischer Hinsicht ist die ganze Rückenmarksmasse von einem unentwickelten gefässführenden Bindegewebe durchzogen, und durch in diesem Gerüste gelegene Nervenfasern und Ganglienzellen gebildet. Während indessen die weisse Substanz nur aus faserigen Nervenelementen besteht, kommen in der grauen neben den Nervenröhren die Ganglienzellen vor. Die Ermittelung der weiteren Anordnung und Verbindung dieser Nervenelemente ist jedoch mit solchen Schwierigkeiten verbunden, dass mit dem Gehirn das Rückenmark den dunkelsten und unbefriedigendsten Theil der gegenwärtigen Gewebelehre bildet. Hierzu kommt noch der schon früher (§ 119) erwähnte Umstand, dass wir bis zur Stunde hier noch nicht mit überzeugender Sicherheit die Grenzlinie zwischen nervösen und bindegewebigen Bestandtheilen ziehen können. Während demnach von der einen Seite[2]) dem Bindegewebe im Rückenmarke eine sehr grosse Ausdehnung vindizirt wird, huldigt eine andere Partei[3]) einer völlig entgegengesetzten Auffassung.

Anmerkung: 1) Die Literatur des Rückenmarks ist eine sehr ausgedehnte. Wir erwähnen: *Stilling* und *Wallach*, Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks. Leipzig 1842; *Lockhard Clarke* in den *Phil. Transact.* 1851, *P.* 2, *p.* 607 und 1853, *P.* 3, *p.* 347 und in *Beale's Archives of medecine* 1858, 3, *p.* 200; ferner in den *Proceedings of royal soc. Vol.* 8, *No.* 27 und *Phil. Transact.* 1858, *P.* 1, *p.* 231 und 1859, *P.* 1, *p.* 437; *Bratsch* und *Ranchner*, Zur Anatomie des Rückenmarks. Erlangen 1854; *von Lenhossek* in den Denkschriften der Wiener Akademie Bd. 10, Abth. 2, S. 1 und in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 30, S. 34; *Schröder van der Kolk*, *Anat. phys. onderzoek over het ruggemerg. Amsterdam* 1854 und Bau und Funktionen der *Medulla spinalis et oblongata.* Braunschweig 1859, deutsche Uebersetzung von *Theile; Schilling*, *De medullae spinalis textura. Dorpati* 1852. *Diss.; Kupffer*, *De medullae spinalis in ranis textura. Dorpati* 1854. *Diss.; Owsjannikow*, *Disquisitiones microscopicae de medullae spinalis textura inprimis in piscibus facticatae. Dorpati* 1854. *Diss.; Metzler*, *De medullae spinalis avium textura. Dorpati* 1855. *Diss.*: das Werk von *Bidder* und *Kupffer*, Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks. Leipzig 1857; *Jacubowitsch*, Mittheilungen über die feinere Struktur des Gehirns und Rücken-

marks. Breslau 1857; *Gerlach*'s Mikr. Studien. Erlangen 1858; *Stilling*, Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks. Kassel 1857—1859; *Koelliker* in der Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 9, S. 1; *L. Mauthner* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 34, S. 31 und Bd. 39, S. 383; *F. Goll* in der Denkschrift (zur Feier des 50jährigen Stiftungstages der med.-chir. Ges. in Zürich. Zürich 1860; *E. Reissner* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1860, S. 545, sowie dessen Monographie, Der Bau des zentralen Nervensystems der ungeschwänzten Batrachier. Dorpat 1864; *J. B. Trask, Contributions to the anatomy of spinal cord. San Francisco* 1860; *E. von Bochmann*, Ein Beitrag zur Histologie des Rückenmarks. Dorpat 1860. Diss.; *L. Stieda*, Ueber das Rückenmark und einzelne Theile des Gehirns von *Esox lucius*. Dorpat 1861. Diss.; sowie dessen Arbeiten in der Zeitschrift f. wissensch. Zoologie Bd. 18, S. 1, Bd. 19, S. 1, Bd. 20, S. 273 u. Bd. 23, S. 435; *J. Traugott*, Ein Beitrag zur feineren Anatomie des Rückenmarks von *Rana temporaria*. Dorpat 1861. Diss.; *J. Dean, Microscopic anatomy of the lumbar enlargement of the spinal cord. Cambridge* (U. S.) 1861; *W. Hendry* im *Micr. Journ.* 1863, *p.* 41; *G. Frommann*, Untersuchungen über die normale und pathol. Anatomie des Rückenmarks. 2 Hefte, Jena 1864 und 67; *O. Deiters*, Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark. Braunschweig 1865. Endlich haben wir noch der Arbeiten von *Gerlach* im *Stricker*'schen Sammelwerk S. 665 und *Henle*, Handbuch der Anatomie, Nervenlehre. Braunschweig 1871, S. 36 zu gedenken. — 2) So von *Bidder* und seinen Schülern. Wir verweisen hier besonders auf die in Gemeinschaft mit *Kupffer* herausgegebene Monographie jenes Gelehrten, S. 8 und 24. — 3) Es ist dieses von *Stilling* und *Lenhossek* geschehen. Aber auch durch *Reissner* und seine Schüler (wie von *Bochmann*, *Traugott*, *Stieda*) hat die *Bidder*'sche Lehre bedeutende Restriktionen erfahren. Als neuere Arbeiten über diese bindegewebige Gerüstemasse nennen wir noch: *M. Weber* (Sitzungsberichte der bayerischen Akad. der Wiss. 1872, S. 209); *M. Jastrowitz* (im Arch. für Psychiatrie Bd. 2, S. 389 und Bd. 3, S. 162); *C. Golgi* (*Rivista clinica Nov.* 1871) im Centralblatt 1871, S. 321; *Boll*, Die Histiologie und Histiogenese der nervösen Zentralorgane. Berlin 1873.

§ 292.

Wir besprechen zunächst die bindegewebige Stützsubstanz oder Neuroglia des Rückenmarkes, welche mit ihren Eigenthümlichkeiten uns schon aus einem früheren Abschnitte (§ 119) im Allgemeinen bekannt ist[1].

Sie bildet ein durch das ganze Mark kontinuirliches, nach aussen an die *Pia mater* anrührendes Gerüste, aber keineswegs an den verschiedenen Lokalitäten von gleichem Bau.

Am reinsten tritt uns dieselbe in der Umgebung des Zentralkanales als ein an der Peripherie sich unmerklich in die graue Masse verlierender Ring entgegen. Man hat letzteren mit verschiedenen Namen, als zentralen Ependymfaden, grauen Zentralkern, gelatinöse Zentralsubstanz bezeichnet. Er erscheint als eine zarte Substanz von mehr homogenem oder streifigem, stellenweise auch feinfaserigem Ansehen. In diese ragen sowohl fadenartige Ausläufer der Epithelzellen des Axenkanales[2]) als auch bindegewebige Fortsetzungen der *Pia mater* (von den beiden Inzisuren des Rückenmarks) herein. Zellige Elemente lassen sich als Bestandtheile jenes Ependymgewebes erkennen; sie scheinen theilweise früher irrig als Nervenzellen beschrieben worden zu sein[3]).

Ebenfalls mit einem reineren bindegewebigen Charakter erhalten wir die im vorigen § erwähnte *Substantia gelatinosa Rolandi*. Sie zeichnet sich durch einen ansehnlichen Reichthum zelliger Elemente aus. Als nervöse Bestandtheile trifft man nur ein relativ recht geringes Kontingent der Fasern.

Viel weniger rein, d. h. viel mehr durchsetzt von Nervenfasern, Ganglienzellen, deren verschiedenen Ausläufern und von Blutgefässen, erscheint die Gerüstemasse in der grauen Substanz des Rückenmarks. Hier bildet sie das § 119 erwähnte fein poröse Schwammgewebe zartester Beschaffenheit mit reichlichen Einbettungen freier Kerne oder (bei Umhüllung mit dünner Protoplasmaschicht) kleiner Zellenäquivalente[4]).

Eine etwas derbere Beschaffenheit gewinnt das bindegewebige Gerüste in der weissen Substanz. Mehr homogen oder streifig erscheinend, in einzelnen Knotenpunkten mit Kernen versehen, bildet es auf Querschnitten (Fig. 554) ein kon-

tinuirliches Gitterwerk, dessen Maschen den Durchschnitt der Nervenröhre beherbergen, während an Längsschnitten uns bald ein mehr regelmässiges röhrenartiges, bald ein mehr netzartig durchbrochenes Fachwerk entgegentritt[5]).

Stärkere Ansammlungen bindegewebiger Masse bilden um Gruppen der Nervenfasern radienartig verlaufende Scheidewände, die durch zahlreiche Verbindungen dem Ganzen ein gitter- und netzförmiges Ansehen verleihen (Fig. 553. *h*).



Fig. 554. Bindegewebige Gerüstemasse aus den Hintersträngen des menschlichen Rückenmarks mit den Querschnitten der Nervenfasern.

An der Peripherie des Rückenmarks gewinnt die bindegewebige Gerüstesubstanz nochmals stärkere Entwicklung, und erscheint frei von Nervenfasern. [*Bidder* und *Kupffer*, *Clarke*, *Koelliker*, *Frommann*]. Ueber diese graue Rindenschicht zieht die *Pia mater*[6]).

Was die Blutgefässe des Rückenmarks (Fig. 555) betrifft, so bemerkt man an Querschnitten, wie aus dem Astsysteme der *Art. med. spin. anter.* gewöhnlich zwei Zweige in der vorderen Fissur nach einwärts dringen, welchen ein dritter Zweig der hinteren Spalte entspricht (*b. c*). Andere feinere arterielle Zuflussröhren gelangen durch die radienartig in's Rückenmark eindringenden Bindegewebezüge der *Pia mater* in die weisse Substanz (*f. g. h*). Von ihnen wird vorwiegend das Haargefässnetz der letzteren gebildet, ein weites Maschenwerk höchst feiner Kapillaren.

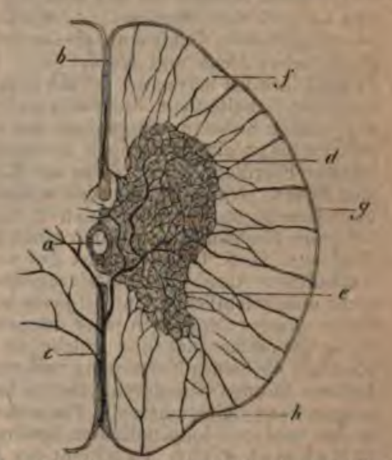


Fig. 555. Querschnitt durch den Brusttheil des Katzenrückenmarks. *a* Zentralkanal; *b* vordere u. *c* hintere Fissur; *d* Vorderhorn; *e* Hinterhorn; *f. g. h* die weissen Stränge mit ihrem weitmaschigeren Gefässnetz.

Viel engmaschiger ist das Haargefässnetz der grauen Substanz (*d. e*). Es nimmt seinen Ausgang mehr von den genannten arteriellen Aesten in den Fissuren, hängt jedoch an der Peripherie überall mit demjenigen der weissen Masse zusammen.

Unter den Venen fallen zwei neben dem Zentralkanale auf (*Clarke*, *Lenhossek*). — *Goll* hat vor Jahren einige weitere Beobachtungen über die Kapillarnetze des Rückenmarks angestellt. Den engsten Maschen begegnete er bei der weissen Substanz in den Seitensträngen, den weitesten im vorderen Strangsystem; in der Mitte standen die Seitenstränge. In der grauen Substanz kommen die allerkleinsten Maschen da vor, wo Gruppen der Ganglienzellen liegen. Auffallend endlich durch ihre Maschen, so klein, wie sie die graue Rückenmarksubstanz besitzt, sind die Keilstränge.

Dass im ganzen Rückenmark (wie auch im Gehirn) die Blutgefässe — und zwar Arterien und Venen, wie Kapillaren — in grösster Ausdehnung von einer bindegewebigen Scheide lose umhüllt werden sollen, haben wir schon § 207 erwähnt. Eine wässerige hier vorkommende Flüssigkeit hat man als Lymphe der Zentralorgane betrachten wollen. Indessen steht dieses »perivaskuläre Gefässsystem« (*His*) auf schwachen Füssen, wie es denn auch heftige Bekämpfung in neuer Zeit erfahren hat[7]).

Anmerkung: 1) Die betreffende Literatur enthält der im Texte erwähnte §. — 2) Solche sind vor langen Jahren schon durch *Hannover* (*Rech. microscop. p.* 20), ebenso auch später von *Stilling* gesehen worden. Man vergl. ferner *Bidder* und *Kupffer*'s erwähntes Werk. Man s. ferner noch *Clarke* (*Phil. Transact.* 1859, *P.* 1, *p.* 455), *Koelliker*'s Gewebe-

lehre 5. Aufl., S. 271, die Monographie *Reissner's*, S. 8. Während die meisten Beobachter jene von *Gerlach* früher behauptete und in der Neuzeit, wie wir annehmen, nicht mehr vertretene Verbindung nicht bestätigen konnten, will sogar *Schoenn* sich überzeugt haben, dass die Annahme eines Epithel im Zentralkanal des Rückenmarks nur auf Irrthum, d. h. auf Verwechslung mit Nervenfasern, beruhe (Ueber das angebliche Epithel des Rückenmark-Zentralkanales, 1865). Nach *J. Mierzejewsky* (Centralblatt für die med. Wiss. 1872, S. [illegible]) sind die betreffenden zylindrischen Zellen an der vorderen (ventralen) Region des Axenkanals doppelt so hoch als an der hinteren (dorsalen). — 3) *Koelliker's* Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 1, S. 413. — 4) Wie man den retikulirten Charakter der Gerüstemasse der grauen Substanz ganz geläugnet und für ein Artefakt erklärt hat, versuchte man auch das Ganze als eine molekuläre Nervenmasse zu deuten. Vergl. *Henle* in seinem und *Meissner's* Jahresbericht für 1857, S. 62, sowie dessen mit *Merkel* gemeinschaftlich unternommene Arbeit in *Henle's* und *Pfeufer's* Zeitschr. 3. R. Bd. 34, S. 49 (mit einigen Modifikationen der früheren Ansicht) und *R. Wagner* (Götting. Nachrichten No. 6, 1859). Auch *Leydig* huldigt einer solchen Auffassung (Vom Bau des thierischen Körpers Bd. 1, S. 89), welche wir für irrig erklären müssen. — 5) Wir haben schon früher (§ 119, Anm. 6) erwähnt, dass *Gerlach* die Neuroglia für ein dichtes Netzwerk feiner elastischer Fäserchen erklärt hat, und man kann in der weissen und grauen Substanz (S. 671 des *Stricker*'schen Buches) kaum etwas anders sehen, als ein eigenthümlich modifizirtes Bindegewebe, dessen halbweiche Grundsubstanz statt fibrillirt feinkörnig oder möglicherweise strukturlos wäre. Diese Grundsubstanz ist nach allen Richtungen hin von Netzen feiner elastischer Fasern durchzogen, und in derselben befinden sich die zelligen Elemente, die Bindegewebskörperchen in den verschiedensten Stadien der Entwicklung. Die homogene Beschaffenheit jener Grundmasse hält *Gerlach* sich offen, weil *A. Walther* (Centralbl. für die med. Wiss. 1868, S. 45[illegible]) in lebend gefrornen Gehirnen keine molekuläre Masse antraf. Die zelligen Elemente der Neuroglia haben *Henle* und *Merkel* [a. a. O. (Zeitschr.) und Nervenlehre S. 19] als emigrirte Lymphoidzellen betrachtet. Nach dem Vorgange von *Deiters* (a. a. O. S. 45, Fig. 10) und nach den Arbeiten von *Jastrowitz* und *Golgi* (§ 292, Anm. 3) schildert *Boll* die Gerüstemasse der weissen Substanz als gebildet nur aus Zellen von wechselnder Ausläuferzahl (von zahlreichen bis zu einem einzigen Fortsatz). Jeder dieser Auslaufer besteht aus einem Bündel feinster Fibrillen, welche dicht am Kerne beginnen, und eine molekuläre Masse zwischen sich haben. Diese »Spinnenzellen« des *Jastrowitz* umhüllen wie eine Adventitia die in den bindegewebigen Scheidewänden enthaltenen feinsten Blutgefässe. Genauere und ausgedehntere Beobachtungen durch einen gründlichen Forscher sind sehr wünschbar. — 6) Nach *Boll* (a. a. O. S. 15 und 54) ist das weisse Strangsystem des Rückenmarks von einer beträchtlichen Anzahl horizontaler feinster Nervenfibrillen durchzogen, welche vielleicht einen nicht unbeträchtlichen Antheil jener bindegewebigen Septa ausmachen. Auch an der Oberfläche unseres Organs, in jener dünnen grauen Lage, welche man bisher für rein bindegewebig genommen hat (und welche die sogenannten Spinnenzellen massenhaft besitzt) soll ebenfalls ein feines Nervennetz vorkommen. — 7) Eine fortgesetzte Injektion jener perivaskulären Bahnen (von deren Existenz man sich, beiläufig gesagt, ausserordentlich leicht überzeugen kann) leitet unter die *Pia mater*, in den »epispinalen« Raum ebenso auch namentlich in den vorderen longitudinalen Spaltraum; aber Lymphgefässe des Rückenmarks füllen sich nicht. Es scheint der Abfluss jener flüssigen Inhaltsmasse nur indirekt zu erfolgen, einmal nach dem Gehirn (s. unten), dann möglicherweise auch nach den Subarachnoidalräumen. Bei einem gesteigerten Druck wird das Fluidum durch die *Pia mater* filtriren und der Zerebrospinalflüssigkeit sich zumischen können (*His*). — *Frommann* (zweite Abhandlung § 11) findet die Blutgefässe des Rückenmarks, auch in ihren feinsten Astsystemen, mit einer Umhüllung der Piafasern versehen, und durch letztere in zahlreicher Verbindung mit der angrenzenden Neuroglia stehend. Die betreffenden Lücken, welche *His* zur Aufstellung scharf begrenzter perivaskulärer Gänge führten, sind auf künstliche Trennung jener bindegewebigen Verbindungsfasern zu beziehen, eine Trennung, welche entweder der Zug der Messerklinge oder die einbrechende Injektionsmasse bewirkt hat. Auch eine Epithelialauskleidung des perivaskulären Raumes fehlt; der Höllenstein macht nur Bindegewebefasern und -zellen sichtbar. — Nach eigenen neueren Beobachtungen waren wir schon 1870 sehr geneigt, *Frommann* hierin Recht zu geben. Später hat dann *Golgi* in genauester Weise den Gegenstand untersucht, und *Boll* die gleichen Resultate ebenfalls gewonnen. Mit Recht wurde hervorgehoben, dass bisher zwei Dinge hier vielfach verwechselt sind: 1) Die Lymphscheide der Blutgefässe, ein Hohlraum zwischen der *T. media* und Adventitia (§ 207). Ihre Entdeckung war schon 1851 durch *Virchow* gemacht worden (Archiv Bd. 3, S. 445). Diese Lymphscheiden kommuniziren mit den Lymphgefässen der *Pia*. 2) Das jene äussere Lücke zwischen der Adventitia und dem angrenzenden Gewebe gelegen. Sie ist von bindegewebiger Gerüstemasse durchzogen, wie *Roth* (*Virchow's* Arch. Bd. 46, S. 445) fand und stellt nur ein Kunstprodukt her. Von hier aus füllten sich der epispinale und epizerebrale Raum, nicht aber das Lymphgefässnetz der *Pia mater*, oder wenn dieses einmal eintritt, hat Ruptur stattgefunden. Man hat diesen Irrthum, um hier es gleich zu erwähnen, noch weiter auszudehnen sich bemüht. *H. Obersteiner* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 61,

Abth. 1, S. 58) hat um Ganglienzellen des Gehirns eine ähnliche Lücke getroffen, und von einem »perizellulären« Lymphraum gesprochen. So erzeugt ein Irrthum den anderen! Auch *A. Key* und *G. Retzius* (*Nordiskt mediciniskt Arkiv* Band 2, No. 6, 13 und 46) halten die Existenz jener *His*'schen Räume für ganz unwahrscheinlich.

§ 293.

Nach Erörterung dieser bindegewebigen Grundlage gehen wir zur Besprechung der nervösen Elemente des Rückenmarkes[1]) über.

Die weisse Substanz zeigt uns, wie bereits bemerkt, nur Nervenfasern. Dieselben tragen den Charakter zentraler (Fig. 556. *f. g. h*), d. h. sie besitzen nicht die Primitivscheide der peripherischen Röhren, so dass wir sie vielfach nur in Fragmenten erhalten, zeigen ferner in ihren feineren Exemplaren Neigungen zu Varikositäten (§ 176), und führen deutliche Axenzylinder. Ihre Quermesser können von 0,0029—0,0090^{mm} angenommen werden, so dass also neben feinen auch



Fig. 556. Verschiedene Nervenfasern; *f. g. h* zentrale. Die Faser *g* wird oberwärts * als Axenzylinder zum Fortsatz einer Ganglienzelle.

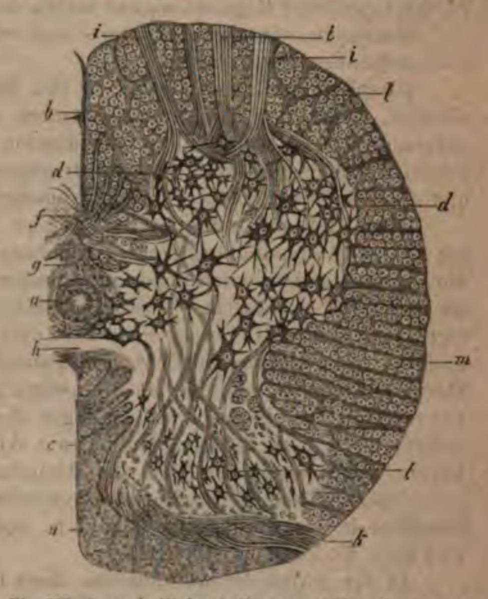


Fig. 557. Querschnitt durch die untere Hälfte des menschlichen Rückenmarks (nach *Deiters*). *a* Zentralkanal; *b Fissura anterior*; *c F. post*; *d* Vorderhorn mit den ansehnlichen Ganglienzellen; *e* Hinterhorn mit kleineren; *f* vordere weisse Kommissur; *g* Gerüstesubstanz um den Zentralkanal; *h* hintere graue Kommissur; *i* Bündel der vorderen und *k* hintere Spinalwurzel; *l* vorderer; *m* seitlicher und *n* Hinterstrang.

recht breite Nervenfasern existiren. Die Existenz von Theilungen jener zentralen Fasern scheint festzustehen, obgleich wir über die Häufigkeit oder Seltenheit solcher Vorkommnisse nur auf Vermuthungen zur Zeit angewiesen sind.

Wenden wir uns (Fig. 557) nun zur Anordnung der Nervenfasern in den weissen Strangsystemen des Rückenmarks, so haben wir neben longitudinalen Faserzügen andere von horizontalem und schiefem Verlaufe zu unterscheiden. Erstere (*l. m. n*) bilden die Hauptmasse, und erscheinen uns vielfach ganz unvermischt mit anders verlaufenden Faserbündeln. Ihr Verlauf an den peripherischen Partieen ist ein regelmässig paralleler, während man dagegen in den meisten, der grauen Masse angrenzenden Lokalitäten Verflechtungen und feineren bündelförmigen Gruppirungen derselben begegnet.

Ferner — und es dürfte ein physiologisch wichtiges Verhältniss sein — kom-

men gewisse gesetzmässige Verschiedenheiten in den Quermessern jener Nervenfasern der weissen Stränge vor.

Zunächst sind die inneren, der grauen Substanz angrenzenden Nervenfasern vor ihren mehr äusserlich gelegenen Gefährten durch geringere Stärke ausgezeichnet. Im Innenwinkel des Seitenstrangs (da wo Vorder- und Hinterhorn zusammenstossen) erscheint eine durch besonders feine Faserung ausgezeichnete Stelle.

Dann aber zeigen die einzelnen Stränge, wenn man sich an die Hauptmasse ihrer Fasern hält, bezeichnende Differenzen des Quermessers. Die Vorderstränge (*l*) besitzen die breitesten Fasern, und bestehen vorwiegend aus solchen. Schmale Fasern bieten die der grauen Substanz angrenzenden Züge des Seitenstranges dar. Weiter gegen die Peripherie hin kommt auch hier mehr regelmässig eine breitere Faserform zur Wahrnehmung (*m*); ganz nach aussen von schmalen Zügen feiner Fasern durchsetzt. Die Faserung der Hinterstränge (*n*) zeichnet sich durch geringeren Quermesser von derjenigen der Vorderstränge deutlich aus. Die feinsten Fasern in grösster Regelmässigkeit bieten uns aber die *Goll*'schen Stränge dar.

Gedenken wir nun der quer- und schiefverlaufenden, die weissen Stränge durchsetzenden Fasersysteme.

Dieselben stellen — wenn wir von den Elementen der beiden Kommissuren absehen — die von den grauen Hörnern kommenden Wurzelbündel der Spinalnerven dar (*i. k*), welche die longitudinalen Faserzüge der weissen Substanz durchsetzen. Jedoch nur diese hinteren Strangsysteme laufen eigentlich horizontal, die motorischen Wurzelbündel dagegen schräge (*Gerlach*).

Die vorderen oder motorischen Nervenwurzeln treten mit mehreren Zügen in ziemlich gestreckter Richtung durch die weisse Masse, in welcher sie die Vorder- und Seitenstränge von einander scheiden. So gelangen sie — und noch als breitere Nervenfasern — zum Vorderhorn (*d*). Hier strahlen sie dann pinselförmig nach allen Richtungen hin aus, und zwar unter reichlichen Verschlingungen und die verschiedensten Ebenen einhaltend. Manche laufen der Oberfläche des Horns entlang bogenförmig nach einwärts gegen die vordere Längsspalte. Andere richten sich zunächst nach aussen gegen die Grenze der Seitenstränge hin, um dann später wieder nach innen umzubiegen. Andere Bündel gehen mehr gerade nach hinten, um weit bis zur Basis des Hinterhorns verfolgbar zu bleiben.

Um ihr ferneres Geschick zu ergründen, müssen wir aber jetzt jene Nervenfaserzüge in das Vorderhorn begleiten, und vor Allem den verwickelten Bau der grauen Substanz erörtern.

In der zarten Schwammmasse ihres Gerüstes begegnet man zunächst einem unauflösbaren Gewirre in allen Richtungen und Ebenen sich durchsetzender feiner und feinster Nervenfasern. Letztere lassen zahlreiche Theilungen erkennen (*Gerlach*). Das Vorderhorn zeigt alsdann, jener Gerüstemasse eingebettet, grosse, nicht selten bräunlich pigmentirte, vielstrahlige Ganglienzellen (*d*), nach Gestalt sowie der Zahl ihrer Ausläufer mancherlei Variationen darbietend. Sie kommen einmal besonders an der Spitze des Vorderhorns vor, gewöhnlich einige nesterartige Gruppen bildend. Ansehnliche Nervenfaserzüge treten trennend zwischen den letzteren hin. Andere jener multipolaren Ganglienzellen treffen wir zerstreut, namentlich gegen die Oberfläche der grauen Substanz an. Auch in ganz inneren Theilen, so gegen die Axe des Rückenmarkes zu, sowie bis in die Basis des Hinterhorns, können sie unter Grössenabnahme, sonst aber mit allen wesentlichen Charakteren sich wiederholen.

Die zahlreichen Ausläufer der uns beschäftigenden Ganglienkörper richten sich nach allen Seiten hin, und entziehen sich in der Regel, in andere Ebenen eintretend, bald der Beobachtung. Wie *Deiters*, dessen Angaben wir hier vielfach folgen, angibt, können jene Fortsätze auch in das radiale, die weisse Substanz durchziehende bindegewebige Septensystem eindringen; ebenso können einzelne derselben einen Nervenfaserbündel förmlich umschlingen (*Clarke, Deiters*).

Man hat sehr allgemein die Gruppen jener multipolaren Ganglienzellen durch einen Theil ihrer Ausläufer zusammenhängend geschildert, und letzteren somit die Rolle physiologisch wichtiger Kommissuren zuertheilt. Es kann nun nicht geläugnet werden, dass mit der Annahme solcher Verbindungsfasern (Fig. 305. S. 322) ein heilloser Missbrauch hier getrieben worden ist[2], indem eben nur höchst selten ein wirklich bezeichnendes derartiges Bild gewonnen werden kann. Wir lesen deshalb, wie manche Forscher offen bekennen, dass es ihnen aller Mühe unerachtet niemals gelang, etwas der Art zu sehen (*Goll, Koelliker*), oder die Existenz jener Kommissuren geradezu in Abrede stellen [*Deiters*[3])], Andere nur von ganz seltenen Ansichten zu berichten wissen (*Reissner*). Mit letzteren Erfahrungen stimmen dann auch die unsrigen überein. Auch *Dean*, ein gründlicher Beobachter, welcher mit jenen kommissurenartigen Ausläufern etwas zu freigebig ist, spricht von ihnen nur als Ausnahmen.

Andere Ausläufer unserer Ganglienzellen werden zu Axenzylindern von Nervenfasern der vorderen Wurzel, so lautet eine zweite verbreitete Annahme der Rückenmarksanatomie. Auch hier ist von manchen Seiten mit grosser Leichtfertigkeit die Beobachtung als eine leichte dargestellt worden, während es in Wirklichkeit eine Sache grösster Schwierigkeit ist, auch nur eine sichere Anschauung zu gewinnen, so dass einzelne Forscher uns offen und ehrlich nur von ihrem Missgeschick zu berichten wissen (*Goll*). In der Regel sieht man im glücklichen Falle einmal einen derartigen Zellenausäufer einem motorischen Wurzelbündel sich zugesellen (*Clarke, Dean, Gerlach, Frey, Henle*).

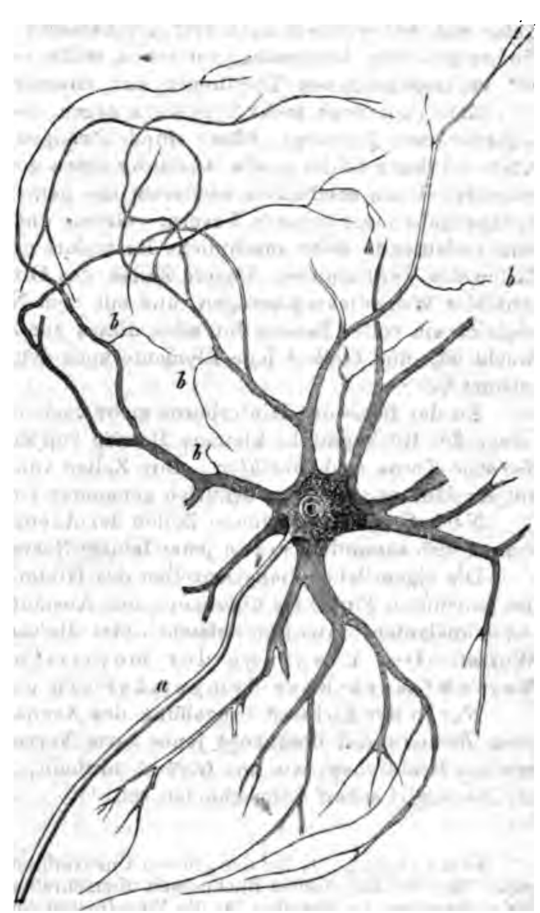


Fig. 558. Multipolare Ganglienzelle aus dem Vorderhorn des Rückenmarks (vom Ochsen) mit dem Axenzylinderfortsatz (*a*) und den verzweigten Protoplasmafortsätzen, von welchen bei *b* feinste Fädchen entspringen.

Ein neuerer gründlicher Forscher auf dem so schwierigen Gebiete, *Deiters*, hat das Wissen über die zentralen Ganglienzellen wesentlich erweitert. Schon im zweiten Theile unseres Werkes § 179 gedachten wir seiner wichtigen, bereits mehrfach bestätigten Beobachtung, dass die Ausläufer jener Ganglienkörper (Fig. 558) doppelter Natur sind, indem neben den sich weiter theilenden Protoplasmafortsätzen (*b*) noch je ein anderer unverzweigter Ausläufer vorkommt (*a*), der Axenzylinderfortsatz. Aber nur ganz ausnahmsweise vermochte jener Beobachter den letzteren im Rückenmarksschnitt eine Strecke weit zu verfolgen.

Wie unser Bild lehrt, entspringen rechtwinklig von den Protoplasmafortsätzen der Zelle — und zwar in Mehrzahl — andere feinste Fädchen. In ihnen (wir erwähnten es früher S. 325 schon) sieht *Deiters* ein System zweiter Axenzylinder für die feinsten Nervenfasern. Indessen auch die Endausläufer jener baumartig verzweigten Fortsätze dürften dieselbe Beschaffenheit schliesslich gewinnen.

Dass beiderlei Ausläufersysteme, Axenzylinder wie Protoplasmafortsätze, eine feine fibrilläre Streifung wahrnehmen lassen (*Schultze*), haben wir ebenfalls schon S. 326 Fig. 308 erwähnt.

Auch an den einwärts gegen den Zentralkanal zu, sowie nach rückwärts bis in die Basis des Hinterhorns gelegenen Zellen erhalten sich jene von *Deiters* erkannten merkwürdigen Texturverhältnisse.

Indessen das Geschick jener »Protoplasmafortsätze« ist ein sehr unsicheres. Nach *Gerlach* löst sich das Ding in ein feines engmaschiges Netzwerk nervöser Natur auf, aus welchem dann erst Nervenfasern entspringen, oder — wenn man die umgekehrte Auffassung vorziehen sollte —, in welches die Nervenfasern mit vorhergegangenen Theilungen sich einsenken.

Geht man noch mehr rückwärts gegen das Hinterhorn (Fig. 557. *l*.), so begegnet man kleineren, öfters spindelförmigen Zellen von zarter Beschaffenheit. Auch bei ihnen bildet je ein Ausläufer einen gewöhnlichen, aber dünneren Axenzylinder. Dann erscheinen wiederum die getheilten Protoplasmafortsätze mit der Seitenabgabe jener feinsten Fasern. Grösse und Form jener Zellen variiren übrigens bedeutend. Sehr ansehnliche Exemplare gewinnen eine Aehnlichkeit mit den Zellen des Vorderhorns. Unsere Zellen des Hinterhorns hat man auf Ursprünge sensibler Wurzelfasern bezogen, und mit dem Namen der sensiblen bezeichnet, obgleich ein voller Beweis für alles dieses zur Zeit noch in keiner Weise beigebracht ist, und *Gerlach* jene Elemente noch den motorischen Ganglienkörpern zurechnet[4]).

An der Basis des Hinterhorns mehr nach einwärts liegen durch die grössere Länge des Rückenmarks kleinere Haufen von Zellen (*Clarke*'sche Säulen oder *Stilling*'sche Kerne nach *Koelliker*). Ihre Zellen von mittleren Dimensionen, rundlich, mit Ausläufern versehen, bedürfen genauerer Untersuchungen[5]).

Nach *Gerlach* geht diesen Zellen der Axenzylinderfortsatz ab. Ihre Ausläufer senken sich sämmtlich nur in jenes feinste Nervennetz der grauen Substanz ein.

Die eigentlichen Ganglienzellen des Hinterhorns besitzen nach den Ansichten des genannten Forschers überhaupt nur Ausläufer, welche in jenes nervöse *Reticulum* auslaufen. Aus ihm entstehen erst die sensiblen Nervenfasern der hinteren Wurzel. Der Ursprung der motorischen und der empfindenden Nervenfasern wäre demgemäss ein ganz verschiedener.

Nur in der nächsten Umgebung des Axenkanals und in der *Substantia spongiosa Roland*'s soll überhaupt jenes zarte Nervennetz fehlen, welches sich durch gewisse Reaktionen, wie uns *Gerlach* mittheilt, von seinem elastischen Reticulum der Neuroglia scharf unterscheiden lasse[6]).

Anmerkung: 1) Bei der grossen Unzuverlässigkeit des Materials würde es eine unnütze, die Grenzen unseres Buches weit überschreitende Weitläufigkeit sein, der verschiedenen Angaben der Forscher für die Einzelheiten der Rückenmarkstextur zu gedenken. — 2) Dieser Vorwurf trifft z. B. *Schröder van der Kolk*, dessen Arbeiten sich durch eine grosse Leichtgläubigkeit auszeichnen. — 3) a. a. O. S. 67. — 4) Sehr weit in derartigen Annahmen ging *Jacubowitsch*. Neben den motorischen multipolaren grossen Zellen des Vorderhorns unterscheidet er an den Ursprungsstellen der hinteren Wurzelfasern kleinere spindelförmige Empfindungszellen, welche nur einige, höchstens vier, feine Ausläufer führen. Eine dritte Form der Ganglienzelle, die sympathische, soll nur zwei Fortsätze besitzen. — 5) Messungen der Ganglienzellen des Rückenmarks haben der Fortsätze wegen ihr Missliches. Die des Vorderhorns mögen 0,0677mm. bis das Doppelte betragen, die im Hinterhorn etwa bis zu 0,0180mm. herabsinken (*Koelliker*). — 6) Man s. hierzu die erwähnte Arbeit im *Stricker*'schen Buche.

§ 294.

Wenden wir uns also zu den hinteren Wurzeln des Rückenmarks (*k*), so begegnen wir hier noch weit grösserer Komplikation als bei den vorderen motorischen Bündeln der Spinalnerven. Schon hiernach werden unsere Kenntnisse ersterer noch weit dürftiger ausfallen müssen, als es schon bei letzteren der Fall war. Hier kommt ferner die bedeutende Verfeinerung, welche die sensiblen Nervenfasern beim Eintritt in die graue Masse erfahren, hinzu.

Man hatte angenommen (*Koelliker*), dass ein äusserer Theil der hinteren Wurzelfaserbündel direkt durch die Hinterstränge in die graue Substanz eintrete. Ein anderer, und zwar grösserer, Theil sollte dagegen eine verwickelte Umbiegung durch die Hinterstränge erleiden, um später von der Seite her in den konvexen (der Mittellinie zugekehrten) Rand des Hinterhorns sich einzusenken. In letzterem sollten sie dann dem Vorderhorne zustreben, und theilweise in die vordere Kommissur, theilweise bis zu der hinteren Gruppe motorischer Ganglienzellen gelangen, bisweilen auch bis zum vorderen Theile des Seitenstranges, in welchen sie sich verlieren. Die erstgenannten Wurzelbündel sollen zum Theil in vereinzelten Längszügen nach vorne ziehen, dabei in radiärer Richtung gegen die Mitte hin streben, und so zu den sogenannten *Clarke*'schen Säulen gelangen, ohne sich mit Zellen in Verbindung zu setzen. Von ihnen erreiche ein Theil die vorderen Hörner und Kommissur.

Zu diesen Angaben bemerkte später *Deiters*, dass es immer der grössere Theil der hinteren Wurzeln ist, welcher den erwähnten gebogenen Weg durch die Hinterstränge nimmt, und von diesen aus in das Horn eintritt. Hier bemerke man nun, wie die *Substantia gelatinosa Rolandi* an der ganzen Peripherie von getrennten Bündeln feinster Faserzüge durchsetzt werde, die später theils an die Basis des Hinterhorns gelangen, theils in anderer Richtung die *Clarke*'schen Säulen erreichen sollen. Ueber die letzteren Gebilde hinaus bemerke man andere Faserzüge weiter nach vorne sich erstrecken, wo sie dann in der grauen Substanz verschwänden. Andere träten in die hintere Kommissur ein; manche endlich könnten in den grauen Theil der vorderen gelangen.

Es wäre somit zur Zeit wenigstens möglich, dass alle Fasern der hinteren Wurzel ebenfalls in die graue Masse eindrängen. Indem sie hier zwischen den sensiblen Ganglienzellen durchträten, könnte eine (direkte oder indirekte) Verbindung mit Ganglienkörpern erwartet werden. Ein unmittelbares Einbiegen eines Theiles der hinteren Wurzel in den Hinterstrang, um gegen das Gehirn zu verlaufen (»Gefühlsfasern« nach *Schröder van der Kolk*) muss als sehr unwahrscheinlich bezeichnet werden.

Nach den Ansichten von *Deiters* müssten wir die Fasermassen der drei weissen Rückenmarksstränge — den vorwiegend zum Gehirn leitenden Theil des Rückenmarks — als aus der grauen Masse hervorgekommen betrachten [1]), so dass zwischen jenen und die Wurzeln der Spinalnerven das System der Ganglienzellen eingeschoben wäre. Diesem letzteren käme dann die Bedeutung eines vorläufigen Zentralpunktes zu, aus welchem die Nervenbahn, eine andere Richtung gewinnend und wohl auch vereinfacht, den Weg zum Gehirn einschlüge. Indessen auch hier muss es zur Zeit als ein Glaubenssatz bezeichnet werden, wenn man allen Nervenfasern der Wurzel jene Verbindung mit der Ganglienzelle zuschreibt. Ob die feinsten Protoplasmafortsätze letzterer, welche *Deiters* auffand, kommissurenartig die Ganglienkörper verbinden können, ob sie ferner isolirt unter Verbreiterung zum Axenzylinder der Nerven in den weissen Strängen werden, ob mehrere jener feinsten Fädchen erst zusammentretend das letzterwähnte Axengebilde herstellen (*Deiters*), oder ob sie, wie *Gerlach* will, überall in ein Netzwerk feinster Nervenfibrillen sich einsenken — alles dieses sind Fragen, auf welche die Wissenschaft

zur Zeit die sichere Antwort schuldig bleiben muss. Ebenso wenig hat sich bis jetzt eine Thatsache über eine Verbindung der sensiblen Zellen mit den motorischen ermitteln lassen [2].

Man pflegt anzunehmen, dass der Vorderstrang motorischer, der hintere sensibler Leitung zum Gehirne diene, während in den Seitensträngen beiderlei Leitungsfasern vorkommen sollen.

Wir schliessen diese höchst unbefriedigende Darstellung mit der Erwähnung der beiden Querkommissuren des Rückenmarks.

Untersuchen wir die vordere dieser Verbindungen (*f*), so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass hier, von bindegewebiger Gerüstemasse umschlossen, Kreuzungen ächter Nervenfasern vorkommen. Im Rückenmark des Kalbes und Ochsen, wo die Verhältnisse sehr deutlich sind (*Deiters*), pflegen die sich kreuzenden Nervenfaserzüge sogar die weisse Substanz der Vorderstränge zu durchbrechen. Jene Züge entspringen aus der grauen Masse der einen Seite (ohne dass eine Verbindung mit Ganglienzellen sicher nachzuweisen ist), um ab- und wieder aufsteigend die Fasermasse des Vorderstrangs auf der anderen Seite zu gewinnen. Man hat hieraus eine totale Durchkreuzung der motorischen Nervenbahnen im Rückenmark ableiten wollen; doch vielleicht mit Unrecht. Im grauen Theile der vorderen Kommissur vermag man ebenfalls stellenweise den Uebertritt sehr feiner Nervenfasern zu bemerken.

Auch in der hinteren Kommissur (*h*) erkennt man das bindegewebige Substrat von einer Anzahl nervöser, aber feiner Faserzüge durchsetzt. Man will letztere theils in Verbindung mit dem Seitenstrang, theils den hinteren Wurzelbündeln, theils an der Grenze von Hinter- und Vorderhorn in der grauen Masse sich verlierend getroffen haben.

Anmerkung: 1) Dass neben den weissen Hintersträngen auch durch die graue Masse eine (möglicherweise längere) Leitung zum Gehirn statthaben könne, ist wohl kaum zu läugnen. Die *Clarke*'schen Säulen, deren Querschnitt rechtwinklig getroffene Bündel von Nervenfasern zeigt, scheinen bei solchem Verhältnisse in Betracht zu kommen. — 2) Es ist durch die *Bidder*'sche Schule in früherer Zeit ein Schema des Rückenmarksbaues aufgestellt worden, welches sich durch seine grosse physiologische Verständlichkeit zwar sehr empfahl, aber völlig in der Luft schwebte: Jede der multipolaren Ganglienzellen des Vorderhorns zeigt bei niederen Wirbelthieren 4 Faserursprünge; einer dient als Querkommissur mit einer Zelle der anderen Rückenmarkshälfte, ein anderer ist die in die Zelle sich einsenkende hintere Wurzelfaser, ein dritter die hier entspringende motorische der vorderen Wurzel, und ein vierter Faden endlich steigt leitend zum Gehirn empor (*Owsjannikow*). Die Zellen des Hinterhorns gelten dabei als bindegewebiger Natur.

§ 295.

Noch viel grössere Schwierigkeiten bietet bei weit höherer Komplikation der Bau des verlängerten Marks, der *Medulla oblongata*, dar. Die früheren Untersuchungen durch *Stilling* [1], *Schröder van der Kolk* [2], *Koelliker* [3], *Lenhossek* [4], *Clarke* [5] und *Dean* [6] führten zu differenten Ergebnissen. Einen wesentlichen Fortschritt begründete dann die Arbeit von *Deiters* [7]. Zu ihr sind die neueren Studien *Meinert*'s [8] hinzugekommen.

Um dem Leser aber den gröberen Bau der *Medulla oblongata* in das Gedächtniss zurückzurufen, bemerken wir, dass dieser Verbindungstheil von Rückenmark und Gehirn zunächst vom Zentralkanal des ersteren aus eine seiner zahlreichen Eigenthümlichkeiten empfängt. Jener Kanal öffnet sich nämlich allmählich zur Rautengrube, dem *Sinus rhomboideus* oder *Calamus scriptorius*, um sich als vierter Ventrikel fortzusetzen. Dass schon hierdurch wesentliche Umlagerungen der Strangsysteme, welche die Fortsetzungen der Rückenmarksstränge bilden, ebenso der grauen Substanz gesetzt werden, liegt auf der Hand. Theile, welche früher neben jenem Zentralkanale befindlich waren, werden weit aus einander an die Seite rücken müssen.

Während an der Rückenfläche dieses Oeffnen stattfindet, beginnt sich an der vorderen die *Fissura anterior* zur Raphe (Fig. 559. *R*) zu schliessen.

Dann bemerken wir schon äusserlich sichtbar verschiedene, mit besonderen Namen versehene Theile. Zur Seite der vorderen Medianlinie treten mit ihrer eigenthümlichen Kreuzung die Pyramiden hervor. Nach aussen von ihnen, umfasst von aufsteigender Fasermasse, zeigen sich die (unteren) Oliven (*O*). An diese grenzen die sogenannten Seitenstränge (*Funiculi laterales*) an, und nach hinten (später ganz nach aussen) gerückt (*r*) begegnen wir dem sogenannten *Corpus restiforme*, d. h. dem keilförmigen Strang (*F. cuneatus*), sowie dem zarten Strang (*F. gracilis*), einer Fortsetzung des *Goll*'schen Stranges am Halstheil des Rückenmarks.

Gehirnwärts legt sich dann vor und über das verlängerte Mark die sogenannte Brücke, *Pons Varoli*. Als Verbindung mit dem kleinen Gehirn erhalten wir ferner die Hirnschenkel, *Crura cerebelli*, massenhafte Bildungen, an welchen das Cerebellum hängt. Sie lassen zwei Partieen unterscheiden, die sogenannten *Crura cerebelli ad medullam oblongatam* und *ad pontem*. Zur Verbindung mit dem grossen Gehirn dienen die *Pedunculi cerebri*. Endlich entspringen vom verlängerten Marke zahlreiche Gehirnnerven.



Fig. 559. Querschnitt der *Medulla oblongata* (nach *Dean*). *R* Raphe; *O* Oliven; *H* Hypoglossus- und *V* Vaguskern; *r* Hinterhorn; *a* bogenförmige Faserung; 12 *Nervus hypoglossus* und 10 *N. vagus*.

Gehen wir von jenen grob anatomischen Verhältnissen zur Struktur, wie sie schwache Vergrösserungen erkennen lassen, so tritt uns sehr bald eine Fülle des Eigenthümlichen entgegen.

Die Hörner der grauen Masse, wie sie das Rückenmark besass, gewinnen sehr rasch durch eine am Berührungswinkel von Vorder- und Hinterhorn beginnende und von hier aus mehr und mehr sich verbreitende Veränderung eine besondere Beschaffenheit. Statt der zusammenhängenden früheren grauen Substanz wandelt sich nämlich diese zu einem Balken- und Netzwerk um, welches von Bündeln der Nervenfasern durchsetzt wird (*Formatio reticularis*). Diese Metamorphose dehnt sich allmählich, indem sie auch in die weissen Strangsysteme einbricht, fast durch das ganze verlängerte Mark aus.

Stellenweise bleiben aber zusammenhängendere Massen jener grauen Substanz, die sogenannten Kerne der *Medulla oblongata*, welche eine weitere Eigenthümlichkeit begründen.

Diese Kerne sind doppelter Natur. In einem Theile derselben finden die aus dem verlängerten Marke kommenden Nerven ihre erste vorläufige Endigungs- oder Anfangsstelle, Nervenkerne (*Stilling*). Man unterscheidet solcher Kerne — die also nichts prinzipiell Neues gegenüber dem Rückenmark herstellen und den Spinalnervenursprüngen äquivalent sind — eine ganze Anzahl, wie wir später sehen werden.

Neben ihnen aber kommen Ansammlungen ganglionärer Massen von einem anderen Charakter vor. Sie haben mit dem sogenannten Ursprung jener periphe-

rischen Nervenbahnen nichts zu thun, lassen dagegen die Faser- und Strangsysteme des verlängerten Marks eine provisorische Endigung in ihren Zellen gewinnen, um sie von letzteren aus als weitere Nervenbahnen, umgeändert in Richtung und Fasermengen, in das Gehirn zu leiten.

Zu diesen spezifischen Kernen, wie wir sie der Kürze wegen nennen wollen, zählen nun die unteren Oliven (*O*) (»Oliven« schlechtweg) mit den Nebenoliven, die oberen Oliven (von *Stilling* früher irrthümlich als ein oberer Trigeminuskern betrachtet), ein in den Seitensträngen eingebetteter ansehnlicher grauer Kern (der *Deiters*'sche Kern von *Schultze*) sowie der Pyramidenkern, die sogenannten *Ganglia postpyramidalia* (von *Clarke*), welche in dem hinteren Strangsystem liegen, und die besonderen grauen Massen der Varolsbrücke. In weiterer Fassung kann man mit *Deiters* auch noch hierher zählen das *Corpus dentatum cerebelli*, die grauen Anhäufungen im Innern der *Crura cerebelli* und diejenige, welche den grössten Theil der Vierhügel bildet.

Wir gewinnen dann die weissen aus dem Rückenmark aufgestiegenen Strangsysteme im verlängerten Marke wieder; keineswegs aber im alten einförmigen Verlaufe, sondern vielfach andere Bahnen und Richtungen einschlagend.

Dazu kommt noch ein eigenthümliches, sehr entwickeltes, quer und schief die *Medulla oblongata* durchsetzendes, vielfach sogar gekreuztes System von Nervenröhren, dasjenige der queren, bogenförmigen und zirkulären Fasern (*a. a*). Es ist schon vor längeren Jahren durch *Arnold*[9]) als zonales bezeichnet worden. In der Raphe erscheint ein entwickeltes System jener Kreuzungen; doch tritt auch hier allmählich graue Substanz auf.

Nehmen wir noch die Wurzelbündel der ein- und austretenden Nerven, so eröffnet sich ein Blick in eine wahrhaft labyrinthische Komplikation der *Medulla oblongata*.

Anmerkung: 1) Ueber die *Medulla oblongata*. Erlangen 1843. — 2) Bau und Funktionen der *Medulla spinalis* und *oblongata*. S. 55. — S. dessen Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. I. S. 451 und Handbuch 5. Aufl., S. 282. — 4) a. a. O. (§ 291 Anm. 1). — 5) *Phil. Transact. for the year* 1858, *P. I, p.* 231. — 6) *The gray substance of the Medulla oblongata and trapezium. Washington City* 1864. — 7) a. a. O. Leider ist die Darstellung von *Deiters*, da das Werk durch den frühen Tod des Verf. ein Fragment geblieben, schwer verwendbar, so dass ich nicht sicher bin, das viele Wiederholungen und beträchtliche Lücken darbietende Material überall richtig verstanden zu haben. — 8) Man s. den Aufsatz im *Stricker*'schen Handbuche S. 694. — *Meynert* hat gewiss auf dem Gebiete der Hirnanatomie erhebliche Fortschrittegemacht, allerdings auch viele Irrthümer begangen, wie es in unendlich schwierigem Terrain ja unvermeidlich ist. Eine schwerfällige dunkle Schreibweise macht das Studium der Resultate leider höchst mühsam. Es ist desshalb ein Verdient von *G. Huguenin* (Allgemeine Pathologie der Krankheiten des Nervensystems. I. Zürich 1873), die bisherigen Ergebnisse der *Meynert*'schen Forschungen in fasslicherer Weise uns mitgetheilt zu haben. Wir werden dieser Arbeiten in dem nachfolgenden Abschnite hier und da zu gedenken haben, obgleich wir die fragmentarischen Studien *Deiters*', eines vollendeten Histologen, entschieden höher zu stellen vorläufig noch geneigt sind. Ohnehin gestattet der enge Raum eines Lehrbuches keine irgendwie genügende Erörterung dieser schwierigsten Verhältnisse. — 9) S. dessen Handbuch der Anatomie des Menschen Bd. 2, Abth. 2, S. 705.

§ 296.

Versuchen wir nun, uns in dem Gewirre des verlängerten Marks zurecht zu finden.

Beginnen wir also mit der grauen Masse.

Schon in den oberen Partieen des Rückenmarks bemerkt man auf einem Querschnitte, wie neben den beiden Hörnern am Aussenwinkel ihrer Berührung eine besondere Stelle der grauen Substanz spitzenförmig sich auszieht (seitliches Nebenhorn von *Jacubowitsch*). Diese Stelle (*Tractus intermedio-lateralis* von *Clarke*

und *Dean*) gewinnt beim Uebergange in die *Medulla oblongata* grössere Entwicklung und einen mehr ausgesprochenen maschenförmigen Bau, indem in den Lücken Faserzüge des Seitenstrangs eingebettet sind. Wir werden in der folgenden Darstellung sehen, welche Wichtigkeit jene laterale Lokalität für das verlängerte Mark besitzt, indem sie zum Ursprunge eines besonderen seitlichen, mit dem *Accessorius* beginnenden Nervensystemes sich gestaltet.

Dieses ist der Anfang der sogenannten *Formatio reticularis*.

Schreiten wir durch das verlängerte Mark weiter gegen das Gehirn hin vor, so sehen wir jene balkige und retikulirte Masse sowohl in dem Vorderhorn als auch zunächst in der Basis des Hinterhorns mehr und mehr die Ueberhand gewinnen. Es geht dieses allmählich so weit, dass der oberste Theil der *Medulla oblongata* geradezu als ein Maschenwerk grauer Substanz, durchsetzt von Bündeln der weissen Fasermasse, betrachtet werden kann. Die graue Masse ist nämlich fast bis zur Peripherie ausgebreitet und in Verbindung stehend mit den daselbst gelegenen grauen Kernen. Indem jedoch die innersten, d. h. die den Zentralkanal früher umgebenden Partieen der grauen Substanz meistens unverändert geblieben sind, können sie das Trugbild gewähren, als seien sie allein die Fortsetzungen der Rückenmarkshörner.

Dass wir in jener ausgebreiteten grauen Balkenmasse wie in den Kernen Ganglienzellen der verschiedensten Gestalt, zum Theil von bedeutender Grösse, mit Axenzylinder- und Protoplasmafortsätzen antreffen, kann uns nicht befremden. Dass jene Netzzüge grauer Masse ebenfalls bei dem sogenannten Ursprunge der Gehirnnerven etc. sich betheiligen werden, liegt auf der Hand.

Ebenso begreift der Leser leicht, dass gerade das Hinterhorn durch den Aufbruch des Rückenmarkskanales die stärkste Dislozirung erleiden, und ganz an die Seiten rücken wird.

Wir haben die Abtrennung des *Goll*'schen Hinterstranges und seine Umformung zum *Funiculus gracilis* im vorhergehenden § schon erwähnt.

Auch in und an ihm hin breitet sich jene retikulirte graue Masse mehr und mehr aus, um den übrigen Hinterstrang nach unten herabzudrängen. So erhält dann die vierte Hirnhöhle eine fast vollständige Auskleidung ihres Bodens mit grauer Substanz. — Aber auch die mehr rein bindegewebige Gerüstemasse, welche im Rückenmark den Zentralkanal zunächst begrenzt hatte, erfährt hier wuchernde Vermehrung, um namentlich später einen wichtigen Antheil an der Wandbildung des *Aquaeductus Sylvii*, des dritten Ventrikels und des *Infundibulum* zu nehmen.

Verlassen wir nun vorläufig die graue Masse der *Medulla oblongata*, um uns einen ersten Ueberblick eines anderen hochwichtigen Verhältnisses zu verschaffen; sehen wir nach dem Ursprung der zehn Gehirnnerven.

Hier hat *Deiters* eine erfolgreiche Entdeckung gemacht. Neben den beiden Ursprungsweisen, welche der vorderen und hinteren Wurzel der Rückenmarksnerven entsprechen, zeigt als neues Verhältniss die *Medulla oblongata* nämlich noch eine dritte laterale Nervenbahn. Dieselbe beginnt schon tiefer im oberen Theile des Rückenmarks mit der Weiterbildung des sogenannten seitlichen Nebenhorns als schmaler abtretender Nervenbündel.

Auf diese drei Wurzelsysteme lassen sich nun die sämmtlichen Gehirnnerven des verlängerten Marks zurückführen.

a) Von dem seitlichen Systeme entspringen mehrere Nerven. Sie beginnen mit dem *Accessorius*; an ihn reihen sich zunächst *Vagus* und *Glossopharyngeus*. Jene Ursprungsstelle des seitlichen Systems ist ursprünglich eine für den *Accessorius* zunächst bestimmte Abzweigung des Vorderhorns. Zu ihr gesellen sich aber bald Theile des sensiblen Hinterhorns (welches bis unter den *Pons* verfolgbar ist), so dass die aus jenem Seitentheil entspringenden Nerven gemischter Natur sein können.

Auch der *Facialis* und *Acusticus* sowie die vordere Trigeminuswurzel

nehmen von jenem Seitentheile der grauen Masse ihren Ursprung. Es erklärt sich aber das befremdende Verhalten dadurch, dass jener sich hier wieder in eine sensible Partie (*Acusticus*) und einen motorischen Theil (vordere Trigeminuswurzel und *Facialis*) zerklüftet hat.

b) Der sensible Theil des *Trigeminus* leitet dagegen seine Entstehung von dem hinteren Wurzelsysteme ab. Die Fasern des letzteren sammeln sich vom ersten Spinalnerven an ebenfalls zu Längsbahnen, welche aber nicht nach Art des Rückenmarks als getrennte sensible Bündel die *Medulla oblongata* verlassen, sondern sich zu jener Wurzel vereinen.

c) Den vorderen Rückenmarkswurzeln endlich entsprechen neben dem *Hypoglossus* der *N. abducens, trochlearis* und *oculomotorius* [1]).

Was nun die erwähnten Kerne der hier entspringenden zahlreichen Nerven betrifft, so erscheinen zunächst als unterste, den tiefsten Stellen des Vorderhorns angehörig und in der Nähe des Zentralkanals gelegen, die Kerne des *Hypoglossus* und *Accessorius*, Ansammlungen vielstrahliger motorischer Ganglienzellen in der, wie erwähnt, hier zerklüfteten grauen Substanz. Dann, und zwar allmählich an dem Boden des vierten Ventrikels und um den *Aquaeductus Sylvii* herum vorrückend, kommen ähnliche Stellen für den *Vagus, Glossopharyngeus, Abducens*, sowie den *Trochlearis* [2]) und *Oculomotorius* vor.

Wir kommen noch mit wenigen Worten auf den Hypoglossuskern zurück. Seine grossen multipolaren Ganglienkörper zeigen wie im Vorderhorn des Rückenmarks Protoplasmafortsätze und einen Axenzylinderfortsatz, welcher wohl zur Hypoglossusfaser im weiteren Fortgange sich gestaltet [*Gerlach* [3])]. Man hat eine totale Kreuzung der Hypoglossusfasern hier angenommen (*Koelliker*); wahrscheinlicher ist eine nur partielle [*Clarke, Dean, Deiters* [4])]. *Gerlach* findet einmal eine Kreuzung feiner, mehr nach hinten gelegener Fasern, welche als Kommissur der Hyppoglossuskerne selbst betrachtet werden müssen; dann mehr vorwärts befindlich, nämlich der Rückenseite der Raphe angrenzend, eine Kreuzung stärkerer Nervenröhren, der Wurzelbündel des *N. hypoglossus* selbst, welche in der entgegengesetzten Nervenbahn weiter ziehen.

Die äusserste Partie des Hinterhorns bleibt ebenfalls fast unverändert in ihrer grauen Masse, und auch die Verbindung jenes mit dem motorischen Kern der Mittellinie bleibt mehr diffus und zusammenhängend. Sie wird dann zum Ursprung der sensiblen Trigeminuswurzel des *Acusticus*, welcher nicht, wie man bisher annahm, von einer Ansammlung sehr grosser Zellen in den *Crura cerebelli ad medullam oblongatam* seinen Ausgang nimmt, sondern eher von kleinen Zellen der Hinterhörner und der Raphe abstammt (*Deiters*); sowie der sensiblen Portion des *Vagus* und *Glossopharyngeus*.

Endlich bleiben im Innern der zerklüfteten grauen Substanz entfernt gelegene zusammenhängende Massen. Zu ihnen zieht der motorische Theil des Trigeminus hin, von welchem ein Theil der Wurzel den sogenannten Klangstab *Bergmann*'s bildet (*Stilling, Lenhossek, Deiters*); ferner der *Facialis*, bei dem *Deiters* eine an der Stelle der *Eminentia teres* im vierten Ventrikel liegende knieförmige Umbiegung entdeckt hat, und dessen Kern er nicht neben dem *Abducens* mit den Vorgängern (wie *Stilling, Clarke, Dean*) annimmt, sondern in der Nähe des motorischen Trigeminuskernes; endlich die (von *Deiters* aufgefundene) motorische Partie des *Vagus* [5]).

Anmerkung: 1) Es fehlen leider in dem *Deiters*'schen Nachlasse die vollständigen Belege für jenes so bedeutungsvolle Verhältniss des verlängerten Marks, so dass wir auch für die sogenannten »Nervenkerne« nur ein fragmentarisches Verständniss gewinnen. — 2) Den Ursprung verlegt *Deiters* a. a. O. S. XI in eine stark pigmentirte Stelle am Boden des vierten Ventrikels mit grossen, an die motorischen Elemente des Rückenmarks erinnernden Ganglienzellen. — 3) S. *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift. 3. R. Bd. 34, S. 1. Die Neuroglia des Hypoglossuskernes soll homogen sein, und erst durch Gerinnung körnig erscheinen. — 4) Dessen Werk S. VIII. — 5) Auch für sie vermissen wir leider den Nachweis im *Deiters*'schen Buche. *Huguenin* (a. a. O. S. 82) stellt die *Meynert*'schen Ansichten in

Folgenden zusammen: 1) Der Kern des *Oculomotorius* liegt unter dem Vierhügelganglion in der Region der Haube. 2) Der *Trochlearis* kommt mit dem *Oculomotorius* aus dem gleichen Kern hervor. 3) Die Ursprungsstätten des *Trigeminus* sind sehr manchfache. Einmal zählt hierher der sogenannte *Locus coeruleus* in der Rautengrube. Andere Fasern kommen aus dem Rayon der Vierhügel von oben herab, wiederum andere, zur grossen Wurzel gesammelt, tief von unten herauf aus dem verlängerten Marke und den Hintersträngen des Rückenmarks. 4) Der Kern des *Abducens* befindet sich in der Tiefe der *Medulla oblongata*. 5) Der Ursprung des *Facialis* findet nicht von einem in der Rautengrube gelegenen paarigen Vorsprung statt. Sein Kern wird vielmehr viel weiter unten in der *Medulla oblongata* gefunden. 6) Der *Acusticus* bietet, was seine Verbreitung durch das verlängerte Mark betrifft, die grössten Dunkelheiten noch dar. Ein Theil seiner Fasern soll (und dieses gelte auch für *Trigeminus*, *Glossopharyngeus* und *Vagus*) in's Cerebellum aufsteigen. 7) Die Kerne des *Glossopharyngeus* liegen in der unteren Hälfte der Rautengrube und in der Tiefe des verlängerten Marks. 8) Die Vaguskerne befinden sich in der unteren Hälfte der Rautengrube einer- und in der Tiefe der *Medulla oblongata* andererseits. 9) Die Hypoglossuskerne liegen in der unteren Hälfte der Rautengrube zu beiden Seiten der Mittellinie. 10) Die Ursprungskerne des *Accessorius* liegen in der grauen Substanz des Halsrückenmarks. Man vergl. noch *Stieda* in der Dorpater med. Zeitschr. Bd. 2 (1871) Separat-Abdruck.

§ 297.

Wenden wir uns nun zur Frage, welches sind die Fortsetzungen der drei Rückenmarksstränge innerhalb des verlängerten Marks? so kann allerdings nicht daran gedacht werden, in der *Medulla oblongata* eine Fortsetzung sämmtlicher Nervenfasern des ganzen Rückenmarkssystemes unterzubringen. Es wird sich vielmehr nur um vereinfachte, an Fasern verarmte Weiterverläufe handeln, um eine Modifikation, welche auch hier sicherlich durch Ganglienzellen (nach Art der Rückenmarksanordnungen) zu Stande gebracht worden ist.

Aus den Vordersträngen hatte früher *Schröder van der Kolk* die Pyramidenkreuzung ableiten wollen; sicherlich mit vollstem Unrechte, denn jene gerade behalten weithin durch's verlängerte Mark ihre Stellung und Gestalt bei. Allerdings werden sie im Anfang desselben durch die hervorbrechende Pyramidenkreuzung verschoben, nehmen aber nach Beendigung derselben wieder ihren alten Ort ein, und setzen sich, verstärkt durch Fasern des Hypoglossus (auch wohl des Vagus), zu den Seiten der Raphe als longitudinale Stränge bis weit unter den Pons fort.

Indessen mancherlei Veränderungen kommen in diesem Verlaufe über jenes Strangsystem. Einmal wird es von zirkulären Fasern, welche meistens aus den Hintersträngen herrühren, durchsetzt. Dann greifen in dasselbe schon frühzeitig ebenfalls Wucherungen der grauen Substanz ein. Breite Nervenfasern charakterisiren übrigens auch hier wie im Rückenmark die Vorderstränge.

Unterhalb der Varolsbrücke beginnen aber feine und feinste Nervenröhren an die Stelle jener breiten Fasern zu treten. Hier findet dann die Interpolation der Ganglienzellen in bekannter Weise statt, und die scheinbare Fortsetzung des Vorderstrangs unter dem Pons ist ein von jenen Zellen entsprungenes zweites Fasersystem, zur Weiterleitung nach dem grossen Gehirn und wohl auch theilweise zum Cerebellum bestimmt.

Die Seitenstränge, welchen man ebenfalls, aber wiederum unrichtig, die Pyramidenkreuzung hat überweisen wollen (*Koelliker, Lenhossek*), bilden den *Funiculus lateralis* des verlängerten Marks, und gelangen theilweise wohl bis zum grossen Gehirn. Auch sie entziehen sich übrigens nicht den so komplizirten Strukturverhältnissen der *Medulla oblongata*.

Der Leser erinnert sich noch der im Berührungswinkel der beiden Hörner erscheinenden *Formatio reticularis*. Einen Theil derselben fasst *Deiters* als veränderten Seitenstrang auf, d. h. seine Nervenfasern finden in den Zellen jenes ihre vorläufige Endigung (den von jenen Ganglienkörpern zentripetal weiter ziehenden Fasermassen werden wir bei der Pyramidenbildung bald wieder begegnen).

— Der übrige Theil des Seitenstrangs zieht nun zunächst noch eine Strecke weit unverändert gehirnwärts fort. Aber auch in ihn bricht die Wucherung jener retikulären grauen Masse herein, wie sich dann auch — und wir haben seiner schon früher Erwähnung gethan — noch ein besonderer grauer Kern, der *Deiters*'sche, mit etwas kleineren Ganglienzellen im Seitenstrang entwickelt. Er muss (gleich den übrigen sogenannten spezifischen Kernen der *Medulla oblongata*) als Zentralpunkt eines ankommenden und abtretenden, nach dem Gehirn ziehenden Fasersystems betrachtet werden. Ersteres gehört eben dem Seitenstrang an, während letzteres ein zonales Fasersystem (*Stratum zonale Arnoldii*) bildet, was zum Cerebellum weiter zieht. Ob andere jener abtretenden Fasermassen in der ursprünglichen Richtung des Seitenstrangs den Weg zum grossen Gehirn unmittelbar fortsetzen, steht anhin.

Weitere Ansammlungen ganglionärer Substanz, welche die Gegend des Seitenstranges einnehmen, sind die untere Olive, die wohl auch zirkuläre Fasern des Seitenstrangs aufnehmen mag, die Nebenolive, sowie die graue Masse an der Abgangsstelle des *Crus cerebelli ad medullam oblongatam* und die obere Olive. Letztere scheint noch durch Fasern gespeist zu werden, welche mit den Seitensträngen in Verbindung stehen, und ein zonales Fasersystem abzugeben, das (bei Säugethieren vor, bei dem Menschen im Pons gelegen) als *Corpus trapezoides* bekannt ist.

Für die Hinterstränge lautete eine verbreitete, aber wiederum falsche Angabe, dass sie als *Crura cerebelli ad medullam oblongatam* direkt in das kleine Gehirn sich fortsetzen sollten. Allerdings — und dieses erklärt jene Annahme — ist die Richtung der Faserung in beiden Theilen dieselbe; aber die Nervenfasern des Hinterstranges sind im weiteren Verlaufe abermals durch ganz andere Fasermassen ersetzt worden.

Der Hinterstrang des Rückenmarks hatte, wie wir wissen, den Innentheil als *Goll*'schen Strang abgesetzt, welcher dann den *Funiculus gracilis* der *Medulla oblongata* bildet, während der übrige Theil jenes spinalen Strangsystemes in seiner Fortsetzung den *Funiculus cuneatus* herstellt.

Beide Stränge gewinnen ebenfalls graue Masse in ihrem Innern (*Ganglia postpyramidalia* von *Clarke*) und hierdurch eine beträchtliche Massenzunahme. Auch hier nimmt in demselben Verhältniss die aus feinen Nervenröhren bestehende weisse Substanz des Hinterstrangs mehr und mehr ab, und findet in jenen grauen Massen, sowie in den angrenzenden Theilen des Hinterhorns und der übrigen Nachbarschaft ihre provisorische Endigung, um in weiterer Fortsetzung jene in Gestalt eines zirkulären Fasersystems zu verlassen. Man kann also sagen, dass der Hinterstrang an seiner ursprünglichen Stelle förmlich verschwinde.

Das abtretende Fasersystem scheint theilweise zur Verstärkung der Pyramiden bestimmt (s. u.), geht andererntheils — und zwar sehr allmählich — als zonales in die Bildung der *Crura cerebelli ad medullam oblongatam* ein (und bildet so die scheinbare Fortsetzung des Hinterstrangs), und tritt theils in die Olive ein, unter Kreuzungen in die der entgegengesetzten, ohne solche in diejenige derselben Seite. Es stellt so die hauptsächlichste Zufuhrquelle jenes spezifischen Kerns der *Medulla oblongata* dar.

Die Pyramiden, durch feine Nervenröhren ausgezeichnet, bilden nach *Deiters* keine direkten Fortsetzungen der weissen Stränge; sie stellen vielmehr eines jener zahlreichen sekundären Fasersysteme dar, das von den Zellen der *Formatio reticularis* abstammt, zu welchen Fasern der Seiten- und auch der Hinterstränge herangetreten waren. So wird denn auch die bei der Pyramidenbildung erfolgende Massenvermehrung begreiflich. Nach der Kreuzung ziehen, allerdings noch durch weitere Faserbündel verstärkt, aber mit keiner weiteren grauen Masse mehr Verbindungen eingehend, die Pyramiden durch die Hirnschenkel zum Gehirn. Sie sollen hier Streifenhügel, Linsenkern und wohl auch die Rinde der Halbkugeln erreichen.

Die Oliven (d. h. die unteren) bilden bekanntlich bezeichnende Organe des verlängerten Marks. Ihre graue Substanz stellt beim Menschen ein eigenthümlich gefaltetes Blatt dar (*Corpus dentatum olivae*), welches in Form einer mit Ausnahme der Innenseite geschlossenen Kapsel einen weissen Kern umhüllt. In dem schwammigen Gerüste dieser grauen Substanz liegen kleine (nach *Clarke* und *Dean* 0,0156 —0,0189mm messende), gelblich pigmentirte Ganglienzellen mit rundlichem Körper und den so oft erwähnten beiderlei Fortsätzen. Zwischen ihnen treten Bündel feinster Nervenfasern durch [1].

Man hat an eine Beziehung der Olive zum Hypoglossus gedacht, in ihr ein »Hülfsganglion« dieses Nerven sehen wollen; aber mit Unrecht. Zwar zieht die Wurzel dieses motorischen, durch breite Nervenfasern ausgezeichneten Nerven an unserem Organ hin, einzelne Bündel sogar durch dasselbe, — indessen ohne Verbindungen mit seinen Elementen einzugehen.

Nach den Ergebnissen von *Deiters*, welchem wir auch hier wiederum folgen, sind es, wie schon erwähnt, Faserzüge der Hinterstränge, welche theils von derselben, theils der anderen Seite her in die Olive als feinste Nervenfasern sich einsenken, und in deren Zellen vorläufig endigen. Aus letzteren entspringt dann ein neues Fasersystem, das einmal nach dem Cerebellum, dann zum grossen Gehirn leitet. Die Oliven sind also eins jener Zwischenglieder der so verwickelten Leitung der Zentralorgane, und stehen in Beziehung zum Cerebellum und Pons. Reichliche Bündel des transversalen und zirkulären Fasersystems durchsetzen sie noch im Uebrigen. Ihren Aussenrand endlich umzieht ein zonales, von den Hintersträngen kommendes Fasersystem. In der Höhe des oberen Oliventheiles erscheint nach hinten mit ähnlicher Textur der sogenannte Olivennebenkern (*Stilling*). Mehr nach aufwärts, in der Höhe des *N. abducens* und *facialis* und nach aussen von ersterem Nerven gelegen, kommt mit ähnlicher Struktur die sogenannte obere Olive (welche auch dem Menschen nicht abgeht, aber im Pons vergraben liegt). Auch sie besitzt ein zonales Fasersystem. Man hat sie früher mit dem *Facialis* oder *Acusticus* in Verbindung bringen wollen.

Werfen wir endlich noch einen Blick auf die *Crura* oder Verbindungsstränge des verlängerten Marks.

Die sogenannten *Crura cerebelli ad medullam oblongatam* stellen ohne Zweifel theilweise Ausläufer des verlängerten Marks in das kleine Gehirn dar. Ihre Fasermassen sollen zum grössten Theil aus Fortsetzungen zum *Stratum zonale Arnoldii* bestehen, welche vor allem von den Oliven, dann wohl auch vom *Deiters*'schen Kern der Seitenstränge und dem *Corpus trapezoides* herkommen. — Nach *Meynert* tritt dagegen eine sensible Partie aus dem *Funiculus gracilis* und *cuneatus* in das Cerebellum, und von diesem eine motorische, nach abwärts in das verlängerte Mark zurück.

Eine ganz andere Bedeutung kommt dagegen den Fasermassen der Crura cerebelli ad pontem zu. Abgesehen davon, dass sie als ein Kommissurensystem gleiche Theile beider Cerebellum-Hälften verbinden, führen sie keine Fasermassen in das kleine Gehirn hinein, sondern leiten umgekehrt Faserzüge, welche aus dem Cerebellum kommen, weiter zum grossen Gehirn empor.

Es ist nun nicht wohl anzunehmen, dass ganze Fasermassen durch den ersteren Schenkel von unten her in das Cerebellum eingeführt werden, um hier eine totale provisorische Endigung zu finden, und mit ihren Fortsetzungen durch den andern Schenkel wieder austreten. Es werden vielmehr nur Theile solcher Fasermassen den Umweg durch das Cerebellum eingehen, während andere direkt durch die *Pedunculi cerebri* zum grossen Gehirn verlaufen, so dass in dem kleinen Gehirn ein sehr verwickelter Nebenleitungsapparat vorliegt. Die Wegnahme des Cerebellum wird also gewisse Leitungen nicht vollständig aufheben, wohl aber sie stören.

Die Blutgefässe des verlängerten Marks verhalten sich ähnlich wie im Rückenmark.

Wie überall ist auch in der *Medulla oblongata* die weisse Substanz von einem weitmaschigen Netzwerk der Kapillaren durchsetzt, dessen gestreckte Maschen wir nach der Faserrichtung bald in der Seitenansicht, bald im Querschnitt erkennen. Viel blutreicher und mit engeren Netzen der Haargefässe durchzogen erscheinen die Ansammlungen der grauen Masse. Höchst elegant fällt das ungemein dichte Kapillarnetz in der grauen Platte der menschlichen Oliven aus, welches theils durch äusserlich zu jenem Organ tretende, theils durch innere, im weissen Kern enthaltene stärkere Gefässe gespeist wird.

Die lymphatischen Bahnen besprechen wir später (§ 300) im Zusammenhang.

Anmerkung: 1) *Dean*, welcher für das betreffende Organ sich ganz *Clarke* anschliesst, hat eine sehr hübsche bildliche Darstellung der feineren Struktur (Fig. 39) geliefert.

§ 298.

Unser gegenwärtiges Wissen über das Gehirn verarmt in rascher Progression, indem wir uns den der *Medulla oblongata* angrenzenden Hirntheilen zuwenden.

Schon im vorhergehenden § haben wir der Varolsbrücke und des kleinen Gehirns zu gedenken manchfache Veranlassung gefunden, so dass zunächst ihre Erörterung zu folgen hätte.

In Betreff der Varolsbrücke, *Pons*[1]), haben wir in den vorhergehenden § bemerkt, wie in ihr die Ansammlungen grauer Substanz und der sie durchsetzenden Strangsysteme des verlängerten Marks vorkommen. Ferner erscheint mit ansehnlicher Entwicklung in ihr wiederum ein transversales Fasersystem.

Das kleine Gehirn, *Cerebellum*[2]) besteht wesentlich aus Ansammlungen weisser Nervenmasse, indem graue Substanz nur an der Decke des vierten Ventrikels, im *Corpus dentatum*, dem sogenannten *Stilling*'schen Dachkerne und als Belegungsschicht an der Oberfläche der Windungen vorkommt.

In es leiten, wie wir wissen, die *Crura cerebelli ad medullam oblongatam*, Fasermassen des verlängerten Marks aus und ein. Ein Austritt von Faserbündeln geschieht ferner (§ 297) durch die *Crura cerebelli ad pontem*. Endlich verbinden die *Crura cerebelli ad corpora quadrigemina* unser Organ mit dem grossen Gehirn.

Auch im Cerebellum durchsetzt die zarte bindegewebige Gerüstemasse (§ 119) das Ganze. Sie gewinnt namentlich in der Rindenlage eine stärkere Entwicklung.

Die Nervenfasern der weissen Masse des Cerebellum werden an fast allen Stellen mit einem wesentlich gleichen Verhalten und einem Quermesser von 0,0027—0,0902, im Mittel von 0,0045^{mm} angegeben (*Koelliker*).

Die graue Substanz erscheint nur spärlich an der Decke des vierten Ventrikels. Hier finden sich ansehnliche, 0,045—0,067^{mm} messende, der weissen Masse eingesprengte Ganglienzellen von bräunlichem Kolorit (*Substantia ferruginea superior*. *Koelliker*).

Von Interesse wegen seiner Verwandtschaft mit dem *Corpus dentatum* der Oliven ist der gleichnamige spezifische Nervenkern des kleinen Gehirns, der *Nucleus dentatus cerebelli*. In seiner gezackten Platte grauer Substanz trifft man die zahlreichen, mittelgrossen (0,018—0,036^{mm} messenden) Ganglienkörper in drei Lagen, einer äusseren und inneren spindelförmiger Zellen und einer mittleren vielstrahliger Elemente. Der Zellenkörper pflegt auch hier gelblich pigmentirt zu sein. Dazwischen erscheint ein Gewirre von Nervenfasern.

Unsere Kenntnisse über den Faserverlauf im Cerebellum sind zur Zeit noch sehr dürftig. An die gezackte Platte grauer Substanz des *Corpus dentatum* sollen äusserlich Nervenbündel der *Crura cerebelli ad medullam oblongatam* herantreten,

um in deren Ganglienzellen ihre provisorische Endigung zu finden. Austretende Faserzüge sollen am Innentheil, wo jene Platte offen bleibt, das Organ verlassen, um in die *Crura cerebelli ad corpora quadrigemina* einzutreten (*Rutkowsky*). Man hat aber auch die Fasermassen der zuletzt genannten *Crura* vom *Corpus dentatum* strahlenförmig zur Oberfläche des kleinen Gehirns verlaufend beschrieben. Sie sollen diese Rindenlage mit der sogenannten Stabkranzfaserung der Halbkugeln des grossen Gehirns (§ 299) verbinden. Die Fasermassen der *Crura cerebelli ad medullam oblongatam* werden aber auch als in den *Stilling*'schen Dachkern eintretend und von hier zur Rinde sich ausbreitend geschildert. Man hat von einem Bogensysteme von Nervenfasern berichtet (ähnlich demjenigen, welches wir an den Halbkugeln des grossen Gehirns noch zu erwähnen haben werden). Es soll benachbarte Windungen der Rinde mit einander verbinden.

Kurz, überall die grösste Unsicherheit.

Genauere Untersuchung hat nun allerdings die Rindenschicht des kleinen Gehirns gefunden. Hier besitzen wir denn auch durch ältere und neuere Untersuchungen [3]) ein leidliches Wissen.

Machen wir auch hier uns zunächst mit der gröberen Struktur vertraut, so zeigt jene Rindenlage zwei Schichten, eine innere rostbraune und eine äussere graue. Erstere besitzt eine geringere Mächtigkeit als die letztere.

Man hat angenommen (*Gerlach, Hess, Rutkowsky*), dass die Nervenfasern der weissen Substanz unter vorangegangenen Theilungen pinselförmig ausstrahlten, und, unter weitergehenden Spaltungen zu Fädchen von nur $0{,}0023^{mm}$ Quermesser geworden, ein netzartiges Geflechte bildeten, in dessen Bahnen die zahlreichen kernartigen Gebilde jenes rostbraunen Stratum eingeschaltet wären (*Gerlach*). Doch dieses letztere Verhältniss hat sich nicht bestätigt.

Die rostbraune Schicht, $1-0{,}5^{mm}$ dick (am wenigsten stark in der Tiefe der Windung), ist keineswegs durch eine scharfe Grenzlinie von der weissen Substanz abgesetzt. Sie zeigt uns in gedrängter Häufung die schon erwähnten, auch in der weissen Lage vorkommenden kernartigen Gebilde (»Körner« von *Gerlach*) mit rundlicher Form, einem oder zwei Kernkörperchen und einem etwa im Mittel $0{,}0067^{mm}$ betragenden Ausmaasse (Fig. 561, unten). Ob man Zellen oder Kerne vor sich habe, ist nicht immer leicht zu entscheiden; dagegen ist die Aehnlichkeit mit gewissen Elementen der Retina des Auges, d. h. mit deren Körnerschichten, unverkennbar.

An vielen unserer Elemente erkennt man sehr feine fadenförmige Ausläufer, von welchen oftmals zwei diametral entgegengesetzt stehen. Sie sind in der Regel nur über ganz kurze Strecken sichtbar.

Schulze nimmt zwei Formen dieser Elemente an, nämlich glattrandige kleinere von $0{,}0067^{mm}$, welche bei Behandlung mit chromsaurem Kali einen glänzenden Umriss zeigen, ein oder zwei kleine Kernkörperchen besitzen, und jene Fädchen darbieten, und andere grössere, $0{,}0090^{mm}$ betragende Elemente mit deutlicherem Nukleolus. Letztere zeigen keine Fäden, dagegen oft Fetzen der bindegewebigen Gerüstemasse anhängend, und sind dieser wohl zuzurechnen, während jener Forscher die erstere Form als wohl nervöse den Körnern der Retina parallelisiren möchte.

Indessen hierüber gehen die Ansichten weit auseinander, und von gewichtigen Seiten (von *Koelliker, Stieda, Deiters*) wird das Ganze dem Schwammgewebe der Gerüstesubstanz zugerechnet, ein Zusammenhang mit den aus der Tiefe aufgestiegenen Nervenfasern also gänzlich geläugnet; eine Auffassung, welche auch uns zur wahrscheinlicheren geworden ist.

Aus der Grenze jener Lage hat man noch kleine Ganglienzellen mit mehreren weiter ramifizirten Ausläufern beschrieben (*Koelliker, Schulze*). *Meynert* gibt eine Lage tangential verlaufender Nervenfasern mit gleich gestellten Spindelzellen hier an. Wir erwähnten das Ding schon oben.

Gehen wir nun zur äusseren jener beiden Rindenlagen, der **grauen Schicht** über (der sogenannten »Zellenschicht«), so stellen die auffallendsten Elemente derselben (Fig. 560) grosse, schon vor langen Jahren durch *Purkinje*[1]) entdeckte Ganglienzellen her (*a*). Sie kommen durch den Innentheil der ganzen Schicht, keineswegs aber in gedrängter Stellung vor (Fig. 561), und bilden nur eine **einzige Lage**. Nach einwärts nun entsenden sie einen Fortsatz von anderer Beschaffenheit (Fig. 560. *b*). Dieser sollte nach *Gerlach* in jenes feine Netzwerk der rostbraunen Schicht mit den interpolirten Kernen sich verzweigen, so dass also eine

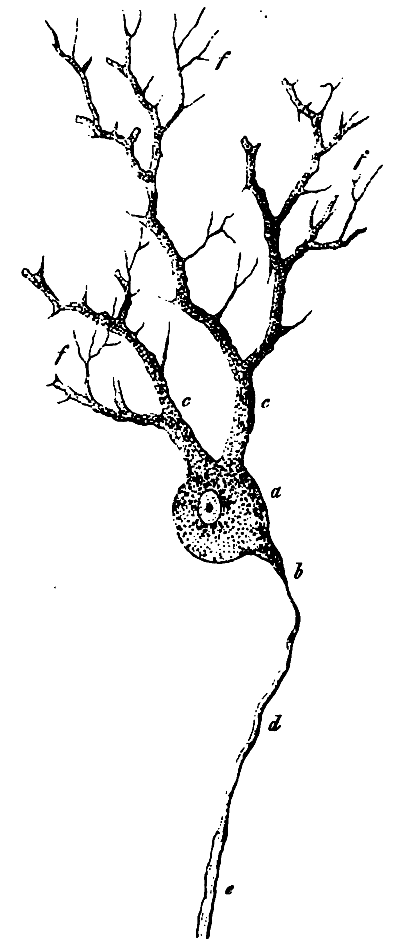


Fig. 560. Eine *Purkinje*'sche Ganglienzelle aus dem Cerebellum des Menschen. *a* Zelle; *b* Spitzenfortsatz; *c* Hirschgeweihartige Ausläufer mit feinsten Aesten *f*; *d* Axenzylinder; *e* Nervenfaser (*d* und *e* vom Hunde ergänzt).

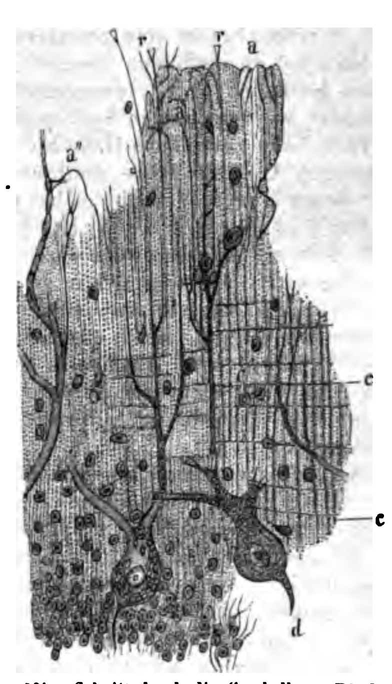


Fig. 561. Schnitt durch die Cerebellum-Rinde des Menschen (nach *Hadlich*). Zwei *Purkinje*'sche Ganglienzellen; unterhalb derselben ein Stück der Körnerschicht. Bei *r* die Stützfasern; bei *a* die schleifenförmigen Umbiegungen der feinsten Ausläufer der Ganglienzellen; *c* tangentiale feinste Nervenfasern.

ganz eigenthümliche Verbindung mit der Nervenfaser gegeben wäre. Wenn auch Andere ihre Zustimmung erklärt haben (*Hess*, *Rutkowsky*), muss doch diese *Gerlach*'sche Annahme als eine irrige bezeichnet werden. Jener Ausläufer bleibt ungetheilt (*d*), und umkleidet sich mit einer Marklage (*e*), wird also als der gewöhnliche Axenzylinderfortsatz der zentralen Ganglienzelle zu betrachten sein (*Deiters*[5]). *Koschewnikoff*, *Hadlich*, *Boll*].

Nach aussen (d. h. zur Oberfläche des Cerebellum gerichtet) durch die soge-

:olekuläre« Schicht (*Hess*), entlassen die uns beschäftigenden grossen örper in Mehrzahl (meistens zu zwei) ihre ansehnlichen charakteristi-toplasmafortsätze, ganze Astsysteme, dick beginnend, bis zur Bildung weige (*c. c. f. f*). Sie bieten in ihrer Gesammtheit ein an ein Hirsch-rinnerndes Bild dar. Kommissurenartige Verbindungen zweier Zellen : Fortsätze kommen nicht vor. Dagegen (wenn sie sich bestätigt) ist die .ng *Hadlich*'s von grösstem Interesse (Fig. 561). Gegen die Oberfläche e gelangt biegen diese feinsten Fasern jenes baumförmig verzweigten Aus-tems (*a*) in steilerem oder breiterem Bogen um, und laufen nach einwärts urch die graue Schicht in der Richtung gegen das Körnerstratum der rost- Lage. Ehe sie dieses aber gewinnen, sollen sie sich (*Boll*) in ein die raue Masse einnehmendes feinstes Fibrillennetz einsenken. Das letztere he also dem von *Gerlach* für das Rückenmarksinnere angenommenen. Aus len dann in der Körnerschicht wiederum stärkere Nervenfasern entspringen. e Nervenfasern der weissen Innenpartien der Cerebellum-Windungen ziehen Verflechtungen nach auswärts zur grauen Deckschicht. Sie strahlen mit rmigen Ausstrahlungen in die rostbraune Schicht ein. Hier erwähnen (wie uben, mit Recht) die meisten Beobachter reichlichere Theilungen, so dass ine Zweige gegen die Unterfläche der grossen, auffallend gebildeten Ganglien-gelangen. Sie scheinen zuletzt in dem feinen Nervennetze von *Gerlach* zu .. Umgekehrt streben die Axenzylinderfortsätze jener sonderbaren Ganglien-r der weissen Substanz nach einwärts zu.

Durch das innere Drittheil der molekulären Schicht setzt sich unter zuneh-ler Verfeinerung der Fasern noch das aus der rostbraunen Lage stammende engeflecht fort.

Das Substrat der grauen Lage bildet die gewöhnliche schwammige Gerüste-e (*Koelliker*, *Rutkowsky*) mit jenen zerstreuten kernartigen Elementen, deren auch hier nach *Schulze* zweierlei Formen zu unterscheiden hätte[6].

In der äussersten Randpartie jener grauen Schicht kommt noch ein weiteres ressantes (und abermals an die Retina [s. u.] erinnerndes) Texturverhältniss . Eine unter der *Pia mater* gelegene und nur scheinbar homogene[7]) bindege-bige Grenzschicht (der grauen peripherischen Lage des Rückenmarks ent-echend) entsendet radial nach einwärts ein Stützfasersystem (Fig. 561 *r*), wel-es nicht selten bis über die Hälfte der ganzen grauen Schicht hinaus in die Tiefe rfolgt werden kann (*Bergmann*, *Schulze*).

Anmerkung: 1) Neben schon erwähnten Arbeiten s. man *Stilling*, Ueber den Bau s Hirnknotens oder der Varoli'schen Brücke. Jena 1846. — 2) S. *Koelliker*'s Mikr. Anat. d. 2, Abth. 1, S. 446; *E. Rutkowsky*, Ueber die graue Substanz der Hemisphären des klei-en Gehirns. Dorpat 1861. Diss.; *Luys* im *Journ. de l'anat. et de la physiol. Tome* 1, *p.* 225. — 3) S. *Gerlach*'s Mikrosk. Studien, S. 1; *N. Hess*, *De cerebelli gyrorum textura disqui-itiones microscopicae. Dorpati* 1858. *Diss.*; *Rutkowsky* a. a. O.; *Koelliker*'s Handbuch). Aufl., S. 296; *C. Bergmann* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. N. F. Bd. 8, S. 360; *G. Walter* in *Virchow*'s Archiv Bd. 22, S. 251; *F. E. Schulze*, Ueber den feineren Bau der Rinde des kleinen Gehirns. Rostock 1863; *F. Stieda* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1865, S. 407, sowie die erwähnten neueren Arbeiten in der Zeitschr. für wissensch. Zoologie von Bd. 18 an; *Henle* und *Merkel* a. a. O.; *Koschewnikoff* (Arch. für mikr. Anat. Bd. 5, S. 332); *H. Obersteiner* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 60, Abth. 2, S. 110); *H. Hadlich* a. a. O. [in *Virchow*'s Arch. Bd. 46] und Arch. für mikr. Anat. Bd. 6, S. 191); *Boll* a. a. O. S. 69. Man s. dann noch die Bearbeitungen des Gegenstandes bei *Henle* (S. 227 und *Meynert* (S. 793). — 4) Bericht über die Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte im Jahre 1837. Prag 1838, S. 177. — 5) a. a. O. S. XII. — 6) Wie *Hess* (a. a. O. S. 29) zuerst fand, häufen sich jene Körner im Aussentheil der grauen Lage bei jungen Geschöpfen zu einer an das rostbraune Stratum erinnernden »äusseren Körnerschicht«. Diese nimmt dann allmählich von innen nach aussen hin ab, und kommt dem Erwachsenen nicht mehr zu (*Schulze*). — 7) Nach *Boll* kommen hier abermals jene Spinnenzellen vor, deren wir schon mehrmals zu gedenken hatten.

§ 299.

Wir heben endlich noch Einiges aus der Strukturlehre des grossen Gehirns, *Cerebrum*[1], hervor.

Die Hirnstiele, *Pedunculi cerebri* s. *Crura cerebri ad pontem*, bestehen aus Nervenfasermassen, welche theils vom verlängerten Marke und Cerebellum zu dem grossen Gehirn verlaufen, theils aus letzterem wahrscheinlicherweise zur *Medulla oblongata* treten. Auf dem Querschnitte sieht man den Stiel durch eine halbmondförmig aufgekrümmte Lage dunkler grauer Masse (*Substantia nigra*) in zwei Strangsysteme zerlegt, ein unteres halbmondförmiges (Basis) und ein oberes rundliches (Haube). Durch den unteren Theil der Hirnstiele treten nach *Meynert* vom *Corpus striatum* und Linsenkern entspringende motorische Fasern, welche der willkührlichen Bewegung dienen. Durch die Haube steigen vom *Thalamus* und *Corpus quadrigeminum* entstammende Fasern nach abwärts, welche für die Reflexbewegung bestimmt sind. Die weisse Masse der Hirnstiele zeigt bei mikroskopischer Untersuchung die gewöhnlichen zentralen Nervenröhren, die graue neben Fasern ansehnlichere Ganglienkörper mit starker Verzweigung der mehrfachen Ausläufer und dunklen Pigmentmolekülen des Inhalts (Fig. 305. 4. S. 323) kann hiervon eine Vorstellung gewähren.

Die mit dem Namen der Grosshirnganglien versehenen Gebilde, nämlich die Vierhügel (*Corpora quadrigemina*), der Sehhügel (*Thalamus opticus*), der Streifenhügel (*Corpus striatum*) und Linsenkern (*Nucleus dentatus*) sind erst ungenügend erforscht.

Die Vierhügel[2] besitzen gleich dem *Thalamus* eine weisse, von einem zonalen Stratum der Nervenfasern überkleidete Schicht. Unter unsern Organen laufen die *Crura cerebelli ad corpora quadrigemina* einfach weg, um die Halbkugeln des grossen Gehirns zu gewinnen. Sie tragen daher ihren Namen mit Unrecht: sie sind vielmehr *Crura cerebelli ad cerebrum*. Seitwärts treten, aus der Tiefe kommend und bis zu motorischen Partieen der *Medulla oblongata* zurück verfolgbar, die beiden Schleifenblätter oder Lemnisken ein. Seitwärts entlassen die beiden Ganglien je zwei Stämme, die Vierhügelarme, welche in das Stabkranzsystem übertreten sollen. In dem vorderen Vierhügel soll endlich (aus dem *Corpus geniculatum internum* herkommend) eine Optikuswurzel ihr Ende finden. — Die histologische Ausbeute ist bis zur Stunde höchst unbefriedigend. Man kennt in der inneren grauen Substanz kleinere Zellen, ansehnliche multipolare und ebenfalls grosse spindelförmige Ganglienkörper. Die letzteren liegen in den tiefen Schichten des vorderen Ganglion um den *Aquaeductus Sylvii* (*Meynert*).

Die Sehhügel setzen wir in ihrer Form als bekannt voraus. Ihr hinteres Ende trägt den Namen des *Pulvinar*. Nach einwärts liegt als vordere Masse das so eben erwähnte *Corpus geniculatum internum*, mehr nach hinten und aussen das *C. g. externum*. Auch in letzteres strahlt ein Theil des *Tractus opticus* ein, um in das *Pulvinar* überzutreten. Mit dem *Thalamus* hängt die Haube der Hirnschenkel innig zusammen. So lauten die neueren Angaben (*Meynert*), während vor Jahren für den Sehnervenzug *J. Wagner*[3] etwas andere Ergebnisse gewann, und der Nachfolger sicher wieder Abweichendes uns mittheilen wird. Eine reichliche Stabkranzfaserung entspringt übrigens vom Aussenrande des *Thalamus*. Die histologischen Ergebnisse des Sehhügels sind bisher höchst dürftige gewesen. Man findet Zellen, welche abzuweichen scheinen von den grossen multipolaren Elementen, und der Mehrzahl nach spindelförmig erscheinen. Das *Pulvinar* bietet nichts Besonderes dar. Im äusseren Kniehöcker sind die Zellen häufig pigmentirt; der innere besitzt spindelförmige Elemente.

Gehen wir nun über zum Streifenhügel und Linsenkern.

Dieselben zeigen eine graue Oberfläche; in ihnen endigen Fasermassen aus

der Basis der Hirnstiele. Nach aussen geben beide Ganglien Faserzüge zum Stabkranz. Die graue Masse beider Partieen besitzt zum grössten Theil einen sehr gleichförmigen Bau. Man begegnet grösseren und kleineren multipolaren Ganglienzellen und kleinen 0,005—0,01^{mm} messenden Elementen. Die Neuroglia verhält sich derjenigen der Grosshirnrinde ähnlich.

Ueber den sogenannten Mandelkern (*N. amygdalae*) und die Vormauer (*Claustrum*) fehlen einlässlichere Untersuchungen.

Wir wenden uns zur Stabkranzfaserung. Dieselbe besteht einmal aus Faserungen, welche ohne eines jener Ganglien berührt zu haben, durch die Hirnstiele direkt aufgestiegen sind und dann aus den Ausstrahlungen der ganglionären Massen. Diese mächtigen Fasermassen dürften mit den geistigen Funktionen im Zusammenhang stehen.

Der Balken (*Corpus callosum*) hat dagegen weder mit Hirnschenkel noch Stabkranz etwas zu thun. Er stellt mit seinen mächtigen Ausstrahlungen in die Hemisphären des Cerebrum ein reines Kommissurensystem dar, ebenso auch die *Com. anterior*. Daneben kommen entwickelte Fasersysteme vor, welche verschiedene Gehirnpartieen derselben Hälfte mit einander in Verbindung setzen, so z. B. Fasermassen der Oberfläche, welche die Gyri mit einander verbinden (»Assoziationsfasern«).

Die weisse Substanz der Halbkugeln besteht aus etwa 0,0026—0,0067^{mm} messenden markhaltigen Fasern. Nur gegen die Oberfläche der grossen Ganglien und gegen die Hirnrinde hin bemerkt man marklose Fäden. Die Nervenfasern werden bündelweise von bindegewebigen Zellen eingescheidet (*Golgi*, *Boll*[4]).

Die Rindenschicht der Hemisphären lässt mehrere, jedoch nicht überall scharf geschiedene Lagen unterscheiden. Die Zahl derselben wird allerdings von den Beobachtern verschieden angenommen (*Koelliker*, *Stephany*, *Berlin*, *Arndt*, *Meynert*[5]), *Henle*, *Stieda*). Es ist dieses leicht begreiflich; auch mögen niedere Säugethiere Differenzen zeigen[6]).

Wir wollen für den Menschen ihrer 6 unterscheiden, bemerken aber, dass uns kein genügendes Material in den letzten Jahren zu Gebote stand. Wir konnten uns leider kein hinreichend frisches Gehirn verschaffen.

1) Das oberste Stratum (*Koelliker*) besteht aus einer horizontalen Lage kreuz und quer verlaufender Fasern. Sie dürften wohl nervöser Natur sein.

2) Die nächstfolgende Schicht — die erste von *Meynert* — (Fig. 562. 1) ist bei Säugethieren mächtiger als beim Menschen, und wird vorzugsweise aus Neuroglia gebildet mit spärlich eingebetteten nervösen Elementen. Der letzteren hat man zweierlei unterschieden, nämlich einmal kleine Zellen von 0,009—0,010^{mm} von polygonaler oder pyramidenförmiger Gestalt mit Ausläufern und dann ein Netzwerk feinster Nervenfibrillen unbekannter Natur.

3) Eine Lage gedrängterer kleiner multipolarer Nervenzellen gewöhnlich von pyramidaler Form (2).

4) Eine mächtigere Schicht, in welcher weit ansehnlichere, 0,025—0,040^{mm} betragende vielstrahlige Ganglienzellen mit rundlichen oder ovalen Kernen in weiteren Abständen getroffen werden. Gewöhnlich kehrt ein Ausläufer der Zellenspitze nach aussen und drei andere des pyramidalen Gebildes nach einwärts. Man erkennt an ihnen einen fibrillären Aufbau. Der mittlere jener basalen Ausläufer ist — gegenüber den andern ramifizirten Ausstrahlungen — ein »Axenzylinderfortsatz« (*Meynert* und *Koschewnikoff*) und in die Nervenfasern des Stabkranzes sich fortsetzend (3). Die kleineren Zellen der dritten Lage sollen sich auch hier im Uebrigen ähnlich verhalten.

5) Ein Stratum dicht stehender rundlicher mehr kleiner Zellen von 0,008—0,010^{mm}, mit schwer zu erkennenden Fortsätzen (4).

6) Eine Schicht, bestehend aus spindelförmigen, 0,030^{mm} messenden zelligen Elementen, aus deren Spitzen fadenförmige Ausläufer entspringen (5).

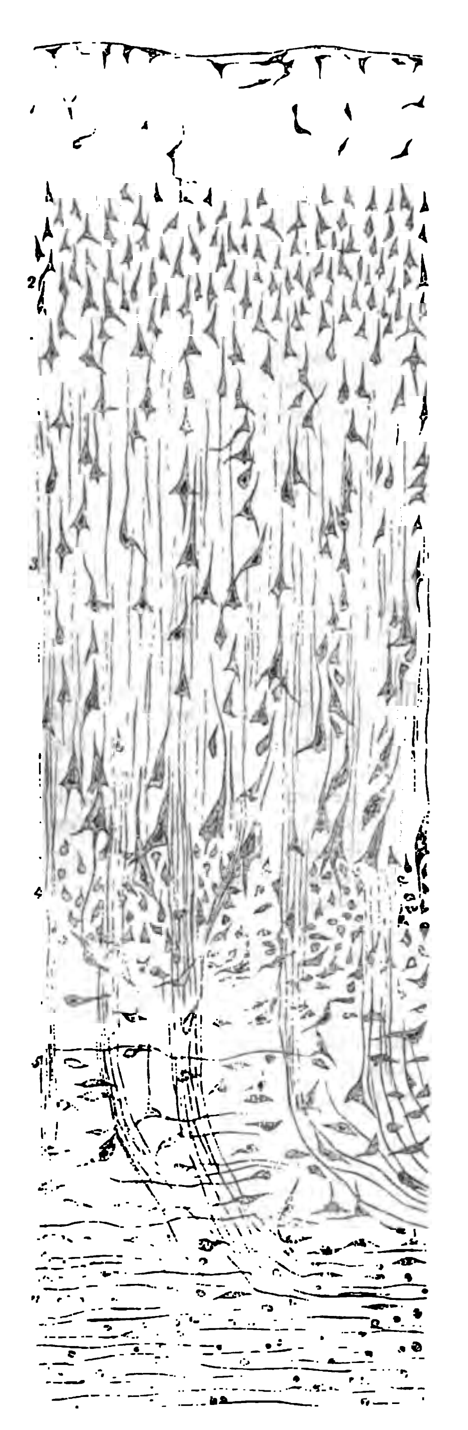


Fig. 562. Die 5 Schichten der menschlichen Gehirnrinde nach *Meynert*.

Die letzteren **Zellenausläufer sollen** mit den Fasern des **Stabkranzes nichts** zu thun haben, wohl aber mit den *Meynert*'schen »Assoziationsfasern« zusammenhängen. Die grossen vielstrahligen Ganglienzellen der vierten Lage sollen nach dem ebengenannten Forscher motorische, die Elemente der fünften Schicht, den »Körnern der Retina« s. u. vergleichbar sein und sensible Eigenschaften besitzen. Alles dieses sind unserer Ansicht nach Hypothesen.

Von Wichtigkeit erscheint eine neuere Entdeckung *Gerlach*'s. Die Grosshirnrinde zeigt einmal ein grossmaschiges Netzwerk markhaltiger Fasern, in dessen Lücken Ganglienzellen gelegen sind. Daneben wiederholt sich jenes feinste Netz dünnster Fibrillen, wie wir es früher (§ 293) für die graue Rückenmarkssubstanz kennen gelernt haben. In es senken sich die verästelten Zellenausläufer auch hier ein. Zeigt nun auch die Rindenlage der Halbkugeln den eben geschilderten Bauplan in grösster Ausdehnung, so kommen jedoch örtliche Abweichungen vor.

So findet man an der Spitze der Hinterhauptspartie, in der Nähe des *Sulcus hippocampi*, eine von *Clarke* schon früher untersuchte Partie. Hier durchzieht die Rindenmasse ein räthselhafter weisser Längsstreifen. *Meynert* betrachtet diese Stelle als achtschichtig. Die beiden ersten Lagen verhalten sich konform unserer Fig. 562. 1 und 2. Das dritte Stratum entbehrt der grossen pyramidalen Zellen; dafür kommen Körner vor. Unter diesem erscheinen endlich erst als eine vierte Lage jene Pyramiden, aber sehr vereinzelt und in weiten Abständen von einander. Als fünfte Lage haben wir wiederum Körner, wie in der dritten Lage. Eine sechste Schicht wiederholt die spärlichen Pyramiden der vierten. Nun folgt nochmals eine Körnerlage. Den Beschluss, als achtes Stratum, machen endlich die gewöhnlichen Spindelzellen der Fig. 562. 5.

Gleichfalls abweichend verhält sich das Ammonshorn, *Cornu Ammonis*. Dasselbe ist zuerst von *Kupffer* am Kaninchen, später beim Menschen durch *Arndt* und *Meynert* erforscht worden[7].

Nach dem erst genannten Beobachter ist die Textur eine komplizirte, jedoch derjenigen einer Grosshirnwindung verwandte. Das Ammonshorn führt unter der obersten Lage der Nervenfasern eine sogenannte molekuläre Schicht grauer Masse, welche in ihrer Tiefe eine Schichtung gedrängter Ganglienzellen darbietet, welche das eine ihrer Ausläufersysteme radienartig gegen das Zentrum kehren, und so eine tiefere, gestreifte graue Lage bilden. Unter ihr erscheinen noch ein retikuläres, ein zweites molekuläres und endlich ein Stratum dicht gedrängter »Körner«.

Beim Menschen soll nach *Meynert* die graue Rindenlage des Ammonshornes als eine verarmte Decklage ohne Körner zu betrachten sein. Nur an einer Stelle, an der Spitze der sogenannten *Fascia dentata*, sollen plötzlich in grösster Menge »Körner« auftreten [8]).

Wir lassen den *Bulbus olfactorius* [9]), ein merkwürdiges, beim Menschen verkümmertes Stück Gehirnsubstanz, folgen. Derselbe ist bei vielen Säugethieren bekanntlich hohl. Seine Wandung besteht, wenn man will, aus zwei Schichtungsgruppen, einer inneren weissen und einer äusseren grauen. Letztere nimmt mit der Annäherung an die Siebbeinzellen mehr und mehr überhand.

In erstere treten zunächst die Wurzelbündel der betreffenden Gehirnpartie ein. Ihrer sind aber zwei; ein stärkeres, mehr von aussen kommendes, welches mit der einen Hälfte eine Fortsetzung der vorderen unteren Hirnwindung bildet, während der andere dünnere Theil bis zum *Corpus callosum* verfolgt werden kann (*Walter*). Die schwächere innere und unterste Wurzel des Bulbus soll aus drei Faserbündeln, welche vom *Corpus striatum*, dem *Chiasma nervorum opticorum* und aus dem *Pedunculus cerebri* herrühren, ihren Ursprung nehmen. Hiervon weichen jedoch *Clarke*'s Angaben mehrfach ab.

Verfolgen wir nun von innen nach aussen die Wandung, so tritt uns auch hier die so hoch komplizirte Struktur der Zentralorgane entgegen.

Ein zartes Flimmerepithel kleidet die Höhle aus, und zieht sich mit fadenförmigen Verlängerungen in die stark entwickelte Neuroglia der Unterlage mit ihren rundlichen Zellenäquivalenten herein. Diese ist nun in geringer Tiefe von einer längsverlaufenden Lage feinerer, aber markhaltiger Nervenfasern eingenommen, welche die Fortsetzung der Wurzelfasern bilden. An sie, und wohl von ihr ausgehend, reiht sich ein Stratum plexusartig verbundener Nervenelemente (*Clarke*), meistens mit sehr feinen Röhren und neben senkrecht absteigenden Nervenfasern dazwischen erscheinenden kernartigen Elementen der Gerüstesubstanz. Letztere tritt dann in grösserer Reinheit, aber sehr zart, hervor, und führt zahlreiche Kerne, darunter einzelne von beträchtlicher Grösse (welche nach *Walter* kleine bipolare Ganglienzellen darstellen), sowie eine Lage ansehnlicher, vielstrahliger Ganglienkörper mit stark verzweigten Protoplasmafortsätzen. Das Ganze mahnt uns an die Rindenschicht des Cerebellum (§ 298). Nach unten oder, genauer gesagt, nach aussen gewinnt die Wandung des Bulbus durch eine Umwandlung jener grauen Masse einen schwer verständlichen Charakter. In einem Schwammgewebe liegen kuglige Ballen einer körnigen, kernführenden Masse [10]), und aus ihr treten dann die eigenthümlichen blassen peripherischen Olfaktoriusfasern hervor, deren wir schon früher (S. 317) einmal zu gedenken hatten, und auf welche wir bei dem Geruchsorgane zurückkommen werden.

Die Zirbeldrüse, *Conarium* [11]), stellt ein räthselhaftes Organ her, welches wohl frühzeitig gleich dem Knorpelgewebe altert. Man hat an eine Beziehung des Dinges zu den Lymphknoten gedacht (*Henle*). In einem bindegewebigen Gerüste finden sich rundliche, bald vollkommenere, bald unvollständigere Hohlräume. Diese beherbergen zweierlei Zellenelemente, nämlich grössere, mit langen stark verzweigten Ausläufern versehene, welche ein zartes »Reticulum« bilden, und kleinere, die beim Erwachenen Fortsätze abgeben, nicht aber beim Neugebornen (*Bizzozero*).

In ihr kommen eigenthümliche Konkretionen vor, der sogenannte Gehirn-

sand, *Acervulus cerebri*, dessen Besprechung dem folgenden § bei Erwähnung der *Plexus chorioidei* vorbehalten bleibt.

Der Hirnanhang, *Hypophysis cerebri*, hat bereits in der dunklen Gruppe der sogenannten »Blutgefässdrüsen« (§ 238) seine Erörterung gefunden. Ueber die Mischungsverhältnisse des Gehirns, sowie des Rückenmarks wurde schon im zweiten Theile (§ 190) das Nöthige bemerkt, und der höchst dürftige Zustand des darauf bezüglichen Wissens hervorgehoben.

Anmerkung: 1) Vergl. *Meynert* und *Huguenin l. l. c. c.*, sowie *Stieda* in d. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 19 und Bd. 20. — 2) Vergl. *A. Forel*, Wiener Sitzungsberichte, Bd. 66 Abth. 3, Juni (Separat-Abdr.). — 3) Ueber den Ursprung der Sehnervenfasern im menschlichen Gehirn. Dorpat 1862. *Diss. pro venia legendi*. — 4) *L. L. c. c. Boll* (S. 671) berichtet uns noch von dem Vorkommen kleiner Ganglienzellen in jenen Interstitien der weissen Gehirnsubstanz. — 5) Neben der Arbeit im *Stricker*'schen Handbuch S. 704 vergl. man die Vierteljahrschrift für Psychiatrie, Bd. 1, Heft 1 und 2, sowie: Der Bau der Gehirnrinde. Neuwied und Leipzig 1868 (als Separatabdruck); *Huguenin* a. a. O. S. 233. Man vergl. ferner *A. Koschewnikoff* (*Journ. de l'anat. et de la physiol. Tome* 6, *p.* 374); *L. Stieda's* Aufsätze in der Zeitschr. für wiss. Zool.; *Henle*'s Nervenlehre S. 268; *Stark*, Allg. Zeitschr. für Psychiatrie Bd. 28, S. 149; *Rindfleisch* im Arch. für mikr. Anat. Bd. 8, S. 453; *V. Betz* im Arch. für Psychiatrie Bd. 3, S. 575; *Gerlach*, Centralbl. für die med. Wiss. 1872, S. 273; *Iljaschenko*, Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 22, S. 300; *Kollmann* in den Sitzungsberichten der bayer'schen Akad. 1872, S. 143; *Boll* a. a. O. S. 67. — 6) So nimmt *Stieda* für Kaninchen und Maus nur vier Lagen an, und *Boll* stimmt ihm bei. — 7) *C. Kupffer*, *De cornu Ammonis textura disquisitiones praecipue in cuniculis institutae. Dorpati* 1859. *Diss.* — 8) Nach *Arndt* (a. a. O.) soll das Ammonshorn genau die Textur einer Gehirnwindung besitzen. — 9) Neben einem Aufsatze von *Owsjannikoff* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Arch. 1860, S. 469 s. man *Walter* in *Virchow*'s Archiv Bd. 22, S. 241; *L. Clarke*, Ueber den Bau des Bulbus olfactorius und der Geruchsschleimhaut. Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 11, S. 31; *Meynert* a. a. O. S. 716. — 10) *Leydig*'s Histologie S. 215. Der Verfasser hatte sie zuerst bei Plagiostomen gesehen. Ferner ist zu vergl. *Walter* a. a. O. S. 255, ebenso *M. Schultze*, Bau der Nasenschleimhaut S. 62. Nach *Meynert* bestehen beim Menschen jene Ballen aus der Aufknauelung eines Riechnervenbündelchens mit eingeschalteten Zellen. Er nennt das Gebilde »Glomerulus olfactorii«. Eine Verbindung des einen Ausläufers der Ganglienzellen mit dem Glomerulus erwähnt für den Hund *Huguenin* (a. a. O. S. 249. — 11) Man vergl. *Henle* in seiner Nervenlehre S. 288 und *Bizzozero* im Centralblatt 1871, S. 722. — *Henle* möchte eine Verwandtschaft des sonderbaren nervenarmen Organs zu den Lymphdrüsen annehmen; jedoch so, dass im erwachsenen Körper seine Beziehung zum Lymphgefässsystem erloschen sei. *Bizzozero* in wohlbegründeter Vorsicht referirt nur einfache Thatsachen. Man vergl. endlich noch die Dissertation von *G. Hagemann*, Ueber den Bau des Conarium. Göttingen, 1871.

§ 300.

Die Hüllen von Gehirn und Rückenmark endlich sind dreifach, eine äussere feste fibröse Haut, die *Dura mater* (S. 231), eine mittlere feine Membran, die *Arachnoidea* (S. 232) und endlich eine die Nervensubstanz unmittelbar begrenzende zarte Innenhaut, die sogenannte *Pia mater* (S. 235).

Die *Dura mater*[1]) besitzt die schon früher im Allgemeinen geschilderte Textur. Sie ist reich an feineren elastischen Fasern, verhält sich aber an Gehirn und Rückenmark etwas verschieden. Letzteres umhüllt sie als ein Schlauch, welcher nach hinten und seitlich frei innerhalb des vom Periosteum ausgekleideten Wirbelkanales lagert, und nur nach vorne durch Bindegewebe an das *Ligamentum longitudinale posterius* jenes angeheftet ist. Als Ausfüllungsmasse des so entstandenen Zwischenraums gewahrt man ein weiches gallertartiges Bindegewebe mit Bindegewebekörperchen und Fettzellen. Dieses, sehen wir ab von den bekannten, es durchziehenden venösen Geflechten, ist reich an feinen und feinsten Blutgefässen.

In der Schädelhöhle dagegen geht die Beinhautbekleidung eine sehr innige Verschmelzung mit der *Dura mater* ein, so dass letztere, dicker geworden, mit ihrem Aussentheile, der gefässreicher und weniger fest gewebt ist als die innere Lamelle, zugleich als Periosteum dient. Sehr gefässarm bleibt die harte Haut des

Rückenmarks [2]). An Lymphbahnen ist die *Dura mater* sehr reich. Sie laufen theils über die Blutgefässe weg, theils scheiden sie die letzteren ein. Eine Ausmündung in den Raum zwischen Dura und Arachnoidea ist sehr wahrscheinlich. Auch an der Aussenfläche ersterer Haut soll Aehnliches vorkommen (*Michel*). Die harte Haut des Rückenmarks hat bisher noch keine Nerven erkennen lassen; wohl aber diejenige des Gehirns, nämlich Abzweigungen vom Sympathikus und Trigeminus. Die Endigung dieser ziemlich reichlich vorkommenden nervösen Elemente, an welchen man Fasertheilungen bemerkt hat, ist noch nicht hinreichend eruirt. Sie scheint an den Gefässen und im Knochen stattzufinden.

Die harte Hirnhaut ist von der unter ihr befindlichen Membran getrennt durch den sogenannten »Subduralraum« [3]).

Diese tiefer gelegene Haut ist bekanntlich die *Arachnoidea* oder Spinnewebehaut. Man hat sie früher gewöhnlich (und irrthümlicher Weise) als einen geschlossenen serösen Sack aufgeführt, wobei man jedoch, weil das parietale Blatt an der *Dura mater* nicht dargethan werden konnte, eine Verschmelzung jener angeblichen Aussenwand mit der harten Haut anzunehmen gezwungen war [4]).

Die Arachnoidea ist im Uebrigen eine sehr dünne zarte Membran. Am Rückenmark überkleidet sie die Pia mater ganz lose, und hängt nur durch zahlreiche Bindegewebestränge (allerdings wechselnd nach den Oertlichkeiten) mit letzterer, sowie den Nervenwurzeln zusammen. Es entsteht so zwischen ihr und der innersten Rückenmarkshülle ein im Allgemeinen ansehnlicher Zwischenraum, der sogenannte »Subarachnoidealraum«. Etwas anders gestaltet sich dagegen das Verhältniss unserer Haut am Gehirn. Hier kommt zum grössten Theile eine Verwachsung mit der Pia mater vor; so jedoch, dass während die Pia mater in die Furchen zwischen den Gehirnwindungen hinabsteigt, die Spinnewebehaut über diese Vertiefungen sich brückenartig wegspannt; ebenfalls auch an den grösseren Vertiefungen der Gehirnbasis. Wir erhalten hier somit viele kleinere »Unterarachnoidealräume«.

Ueber dieses Bindegewebe der Arachnoidea und der nach abwärts ziehenden Ausläufer haben in letzter Zeit *Key* und *Retzius* sehr dankenswerthe Mittheilungen geliefert. Die netzförmigen Fibrillenbündel werden umhüllt von platten Bindegewebezellen (den gleichen, deren wir schon § 130 beim Bindegewebe, § 223 für die Lymphdrüsen und § 283 für den Hoden zu gedenken hatten). Dieselben vereinigen sich häutchenartig mit einander, und füllen die Lücken der verschiedenen Schichten aus. Sie geben im Uebrigen nach Anwendung der Höllensteinlösung die bekannte Mosaik »endothelialer« Zellen (§ 98 etc.).

Diese somit mehr oder weniger in Kommunikation stehenden Räume unter der Arachnoidea von Gehirn und Rückenmark (ebenso auch das Höhlensystem des Gehirns) beherbergen die sogenannte Zerebrospinalflüssigkeit. Dieselbe enthält gegen 99% Wasser, geringe Quantitäten von Natronalbuminat, ferner Extraktivstoffe, sowie die gewöhnlichen Salze [*C. Schmidt*, *Hoppe* [5])].

An Haargefässen ist die Spinnewebehaut ausserordentlich arm. Nerven hat man mehrfach in ihr gesehen. Ob sie aber hier endigen, steht anhin [6]).

Bekleidet werden die Innenfläche der Dura mater und die Aussenseite der Arachnoidea von dem S. 148 erwähnten, schwach geschichteten Plattenepithel.

Wir kommen endlich zum dritten und letzten der Hüllengebilde, zur Pia mater. Sie stellt eine zarte bindegewebige Membran her. Auch hier treffen wir jene platten membranösen Zellen, Bindegewebebündel und elastische Fasern. Das Ganze ist aber eine zusammenhängende, nicht durchbrochene Hülle. Die Pia mater schliesst vollkommen (*Key* und *Retzius*). Sie erscheint im Uebrigen weit dünner am Gehirn als am Rückenmark. In ihr trifft man bekanntlich einen ausserordentlichen Reichthum von Blutgefässen. Ein grosser Theil tritt in die Nervenmasse ein. Schon früher (§ 292) haben wir dieser Verhältnisse für das Rücken-

mark gedacht. Sie kehren für das Gehirn in analoger Weise wieder. Im Uebrigen besitzt die Pia mater reichlich entwickelte lymphatische Kanäle.

Unter der Pia mater, sowohl derjenigen des Rückenmarks wie Gehirns, existirt jedoch kein Hohlraum mehr. Die von *His* behaupteten »epispinalen« und »epizerebralen« Räume sind Kunstprodukte. Wir stehen nach eigenen Erfahrungen nicht im mindesten an, diesen Ausspruch von *Key* und *Retzius* für vollkommen richtig zu erklären. Auch *Boll* ist derselben Ansicht.

Interessant und für die Lymphbahnen der Zentralorgane von entscheidender Wichtigkeit ist aber das Verhalten der Wandungen der in's Gehirn eintretenden Blutgefässe.

Dieselben sind von einer Scheide lose umgeben, welche (die Tunica media umhüllend) mit trichterförmiger Verbreiterung in den Subarachnoidealraum ausmündet. Sie können desshalb vom Subarachnoidealraum aus weit in das Innere des Gehirns und Rückenmarks künstlich erfüllt werden. Injektionen jedoch, welche unter die Pia mater oder in das Nervengewebe von Gehirn und Rückenmark selbst gelangen, beruhen auf Zerreissungen. Ebensowenig gibt es einen »perivaskulären« Gefässraum, d. h. eine Lücke zwischen der Adventitialhaut und der angrenzenden Neuroglia. Erscheint etwas derartiges, so ist es ein Artefakt.

Gleichfalls von Interesse ist die von *Key* und *Retzius* aufgefundene Thatsache, dass auch Nervenstämme und Ganglien mit einer ähnlichen Duralscheide und arachnoidealen Hülle umgeben sind, und in gleicher Weise künstlich erfüllt werden können. Also auch hier existirt jener »subarachnoideale« Raum.

Wir gedenken endlich noch der *Pacchioni*'schen Granulationen, kleiner rundlicher Massen von Bindegewebe, welche namentlich dem oberen venösen Längssinus entlang als normale Gebilde angetroffen werden[7].

Ueber dieselben haben *Key* und *Retzius* merkwürdige Dinge berichtet.

Injizirt man in den Subduralraum oder in den subarachnoidealen, so dringt die Masse von hier aus leicht in die venösen Sinus und venösen Ramifikationen der Dura mater ein. Der Uebergang erfolgt durch das Schwammgewebe eben jener Granulationen. Hier sind natürlich weitere Forschungen nothwendig.

Die beiden Zugänge zum Höhlensysteme des Gehirns, die hintere und vordere Querspalte, werden durch die vorgespannte *Pia mater* geschlossen (*Telae chorioideae*). Von ihrer Innenseite, namentlich an der vorderen Querspalte zwischen dem grossen und kleinen Gehirn, dringt mit grösseren Gefässen ein blattartiger Fortsatz ein, um in dem Höhlensysteme des Gehirns die Adergeflechte, *Plexus chorioidei*[8], zu bilden, d. h. ungemein entwickelte, in einem gallertig-homogenen, später streifigen, zellenführenden Bindegewebe eingebettete Gefässkonvolute (§ 136), die, soweit eine freie Oberfläche vorkommt, von jenen eigenthümlichen stachligen Epithelialzellen (Fig. 563) bekleidet sind, welche schon § 87 ihre Behandlung fanden. Ueber das Höhlensystem des Gehirns erstreckt sich dagegen keine weitere Auskleidung der *Pia mater*. Hier kommt unter dem Epithelialüberzug die unentwickelte Bindegewebesubstanz des Ependym vor (§ 119).

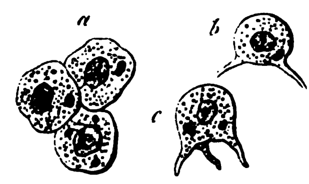


Fig. 563. Epithelialzellen der *Plexus chorioidei* vom Menschen. *a* Die Zellen von oben; *b. c* Seitenansichten derselben.

Jene unterste der Gehirn- und Rückenmarkshäute ist zugleich die nervenreichste von allen. Die Nerven[9]) bilden hier, nicht allein dem Verlaufe der Gefässe folgend, sondern auch im Bindegewebe selbst, dichte Plexus. Nach *Koelliker* dringen sie theilweise mit feinen Arterienzweigen in die Gehirnsubstanz ein. Jene Nerven der *Pia mater* stammen einmal von den hinteren Rückenmarkswurzeln ab (*Remak*), dann wohl auch von Gehirnnerven, sowie vom *Plexus caroticus internus* und *vertebralis* des Sympathikus. Ebenso scheinen umgekehrt von der Oberfläche

des Gehirns und Rückenmarks dünne Fädchen in unsere Haut eintreten zu können [*Bochdalek* [10]), *Lenhossek* [11])]. Die Adergeflechte bleiben nervenfrei.

Die Blutgefässe der Gehirnsubstanz [12]) verhalten sich in soweit analog denjenigen des Rückenmarks, dass sie in der weissen Masse weitmaschigere, in der grauen dagegen engere Netze bilden.

In der Rinde des Cerebellum fand *Gerlach* die Gefässanordnung nach den drei Schichten, der weissen, rostfarbenen und grauen, verschieden. Erstere zeigt das weitere gestreckte Maschennetz, angepasst dem Faserzug der Nervenröhren. Das dichteste Kapillarnetz kommt der rostfarbenen Lage zu. Seine Maschen, rundlich oder polygonal, zweigen sich nach einwärts schärfer ab, umziehen dagegen nach aussen noch die grossen Ganglienkörper des grauen Stratum. Die Maschen des letzteren sind minder dicht und in radialer Richtung gestreckt. Die äusserste Grenzschicht der grauen Lage bleibt von Kapillaren frei. Diese endigen hier schlingenförmig. Die grösseren zuführenden Blutgefässe treten meistens in den Fortsätzen der *Pia mater* zwischen den Windungen zur Hirnoberfläche, und geben hier rechtwinklige, regelmässige Seitenzweige ab, die ziemlich tief durch die graue Masse der Rinde sich verfolgen lassen, und durch laterale Astbildung das Kapillarnetz bilden. Andere stärkere Stämmchen durchziehen die weisse Masse.

Nicht minder zierlich und ziemlich ähnlich der Rindenschicht des Cerebellum gestaltet sich auf einem Frontalschnitt die Gefässanordnung des *Bulbus olfactorius* (Kaninchen).

Zwischen den beiden Riechkolben verläuft ein ansehnliches Gefäss, welches wiederum mit grosser Regelmässigkeit feine Seitenäste in die graue Masse einsendet, während andere Stämmchen die äussere Oberfläche in ähnlicher Weise versorgen. Es entsteht ein dichtes Netz in der grauen Substanz, äusserlich mit gestreckteren, nach innen mit sehr engen rundlichen Maschen. An letztere reiht sich dann das gestreckte viel weitere Kapillarnetz der weissen Innenlage.

Wir haben hier noch des sogenannten Gehirnsandes (Fig. 564) zu gedenken, der neben der Zirbeldrüse auch den Adergeflechten zukommt. Derselbe [13]) besteht aus verschieden grossen (0,0113—0,5638^{mm} und mehr messenden) sehr unregelmässigen Massen, bald von mehr platter, gewöhnlich mehr kugliger, bisweilen ganz bizarrer Gestalt, mit einem meist konzentrischen Gefüge und mit dunklen Konturen versehen. Es liegen diese, wesentlich aus kohlensaurem Kalke (mit phosphorsaurer Kalk- und Talkerde) und einer organischen Grundlage gebildeten, Massen gewöhnlich in Bindegewebebündeln. Sie sind fast ganz auf den Menschen beschränkt, und in ihrer histologischen Bedeutung noch nicht klar.



Fig. 564. Konkretionen des menschlicher Gehirns. 1 Der Zirbeldrüse; 2 der *Plexus chorioidei* mit ihren bindegewebigen Umhüllungsmassen.

Was schliesslich die Entstehung der Zentralorgane beim Embryo [14]) betrifft, so haben wir schon früher erfahren, wie Gehirn und Rückenmark Produktionen des sogenannten Hornblattes darstellen, d. h. aus einer der embryonalen Längsaxe angrenzenden Partie jenes Blattes (der sogenannten Medullarplatte *Remak*'s) hervorgehen. Es ist Sache der Entwicklungsgeschichte, die Umwandlung jenes Theiles zur Rinne und den fortschreitenden Verschluss zu verfolgen.

In früherer Zeit umgibt den noch weiten Zentralkanal des Rückenmarks eine graue aus gedrängt liegenden kleinen Zellen von rundlicher Form bestehende Substanz [15]). Letztere Elemente häufen sich an der Stelle des späteren Vorderhorns, und von hier treten die Nervenfasern der vorderen Wurzel ab. Erst nachträglich

entstehen die weissen Stränge, deren Bildung und Verhältniss zur grauen Substanz aber genauerer Untersuchungen bedarf. Mit dem hinteren Strangsystem treten dann auch die Fasern der sensiblen Wurzel auf. Epithel und angrenzende Schicht der Gerüstemasse sind frühzeitig deutlich; ersteres ist anfangs sehr dick und mehrschichtig.

Zur Histogenese des grossen Gehirns und seiner Theile liegen gegenwärtig nur Fragmente vor[16]. Die wichtige Frage nach der Abkunft der bindegewebigen Gerüstemasse der Zentralorgane gestattet zur Zeit noch keine Beantwortung.

Boll[17] fand für die Rindenschicht des Hühnerembryo schon frühzeitig zweierlei Zellen, eine mit bläschenförmigem Kern und scharf abgegrenztem Körper, und eine andere, deren Leib vom umgebenden Protoplasma kaum abgesetzt ist.

Aus ersterer Form gehen die Ganglienkörper, aus letzterer die zelligen Elemente der Gerüstesubstanz hervor. An ersteren kommt es dann zur Bildung eines mit varikösen Fäden versehenen Ausläufersystems; letztere erscheinen von Höfen der so eigenthümlich beschaffenen Neuroglia umgeben.

Die weisse Substanz des Vogelgehirns zeigt bald Bündel höchst feiner Fibrillen, getrennt durch Längsreihen rundlich polygonaler, platter gekernter Zellen. Aus letzteren entwickelt sich die bindegewebige Gerüstemasse. Letztere, aus Spindelzellen mit zwei langen varikösen Fäden an den Polen hervorgegangen, umhüllen sich später mit Körnchen des Nervenmarks, und aus ihrem Zusammenfliessen entsteht die Markscheide[18].

Aus dem mittleren Keimblatt aber gehen die Hüllensysteme, die Blutgefässe (und lymphatischen Bahnen) des Gehirns und Rückenmarks hervor. Schön erkennt man, wie die Blutgefässe mit sprossenartigen, vom Hüllensystem abtretenden Exkreszenzen in die Gehirn- und Rückenmarkssubstanz herein wuchern (*His*), sich in deren Innerem weiter ausbreiten und vereinigen.

Anmerkung: 1 Ueber die *Dura mater* vergl. man *R. Böhm* in *Virchow's* Archiv Bd. 47, S. 218; *J. Paschkewicz* in *Landzert's* Beiträgen Heft 1, S. 59; *J. Michel* in den Sitzungsberichten der sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, 12. Dez. 1872. Ueber die Nerven vergl. man *Arnold's* Anatomie Bd. 2, S. 672; *Purkinje* in *Müller's* Arch. 1845, S. 342. *Luschka*, Die Nerven der harten Hirnhaut. Tübingen 1850 und *Koelliker's* Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 1, S. 495. — 2) *Böhm* wollte ein »akzessorisches« Gefässnetz in der *Dura mater* aufgefunden haben, welches mit den Lymphbahnen kommuniziren sollte. Dieses widerlegten *Paschkewicz* und *Michel*. — 3) *A. Key* und *G. Retzius* (*Nord. med. Arkiv* Bd. 2, No. 6, 13, 46, sowie im Archiv für mikr. Anat. Bd. 9, S. 308). Wir reihen uns diesen wichtigen Arbeiten vielfach im Nachfolgenden an. Doch kennen wir leider die erste, schwedisch geschriebene Partie nur aus deutschen Referaten. Nach *H. Quincke* (in *Reichert's* und *Du Bois-Reymond's* Archiv 1872, S. 153) liegt die *Arachnoidea* im Rückenmark der *Dura mater* dicht an, während sie im Gehirn durch eine kapillare Flüssigkeitsschicht getrennt ist. — 4) *Luschka*, Die Struktur der serösen Häute, S. 64 und die Adergeflechte des menschlichen Gehirns. Berlin 1855, S. 59; *Häckel* in *Virchow's* Archiv Bd. 17, S. 253. — 5) *Schmidt*, Charakteristik der epidemischen Cholera, S. 137; *Hoppe* in *Virchow's* Archiv Bd. 16, S. 391. — 6) *Luschka* (am ersteren Orte, S. 69, Tab. 2, Fig. 4) sah Theilungen der Primitivfasern. — 7) *L. Meyer* in *Virchow's* Archiv Bd. 19, S. 171; *Key* und *Retzius* a. a. O. — 8) Vergl. die *Luschka*'sche Monographie der Adergeflechte, sowie *Häckel's* schon erwähnten Aufsatz 253. Man s. noch *J. Mierzejewsky* im Centralblatt für 1872, S. 625. — 9) *Purkinje l. c.*; *Remak* in *Müller's* Archiv 1841, S. 418; *Koelliker* a. a. O. S. 498. — 10) Prager Vierteljahrschrift 1849, Bd. 1, S. 121. — 11) a. a. O. S. 44. — 12) Man vergl. *E. H. Ekker*, *De cerebri et medullae spinalis system. vas. capill. Trajecti* 1853. *Diss.*; *J. Oegg*, Untersuchungen über die Anordnung und Vertheilung der Gefässe der Windungen des kleinen Gehirns. Aschaffenburg 1857. Diss.; *Gerlach's* Mikrosk. Studien S. 18. — 13) *E. Harless* in *Müller's* Archiv 1854, S. 354. In der schönen Arbeit von *Häckel* sind die übrigen krankhaften Veränderungen der Adergeflechte behandelt. — 14) Man s. darüber das Werk von *Remak*, *Koelliker's* Entwicklungsgeschichte S. 226, die Monographie von *Bidder* und *Kupffer* über die Textur des Rückenmarks; *Hensen* in *Virchow's* Archiv Bd. 30, S. 176 und die schöne Abhandlung von *His*, Die Häute und Höhlen des Körpers. Ueber die Entstehung der *Hypophysis cerebri* hat *W. Müller* eine wichtige Arbeit geliefert. Vergl. Jenaische Zeitschr. für Medizin und Naturwissenschaft, Bd. 6, S. 354. — 15) Nach

den Angaben *Schönn*'s würden jedoch Verwechselungen mit Querschnitten longitudinaler Nervenfasern vorliegen. — 16) Für die gröberen Verhältnisse sind die erwähnten embryologischen Werke, sowie *F. Schmidt* in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 11, S. 76 zu vergleichen. — 17) Vergl. dessen Monographie der nervösen Zentralorgane S. 104. — 18) Nach *Besser* (*Virchow*'s Archiv Bd. 36, S. 305) und *Arndt* (Archiv f. mikr. Anat. Bd. 4, S. 436) sollten beiderlei Zellen der grauen Masse aus der Neuroglia hervorgehen, nach *Besser* sogar auch die Blutgefässe und Ganglienzellen dem Neugebornen hier noch gänzlich fehlen. Diese an sich schon unwahrscheinlichen Angaben haben nach den *Boll*'schen Untersuchungen alle Bedeutung verloren.

9. Der Sinnesapparat.

§ 301.

Die äussere Haut[1]) des Menschen (Fig. 565), das Gefühls- und Tastorgan, besteht aus der Lederhaut (unterhalb *c*), der Oberhaut (*a*. *b*), dem Unterhautzellgewebe (*h*), aus Nerven (*i*), Gefässen (*d*), Schweiss- (*g*. *e*. *f*) und Talgdrüsen mit den Haaren und Nägeln.

Alle diese Theile haben schon bei den einzelnen Geweben ihre Besprechung gefunden. Ueber die Lederhaut s. man S. 233, über die Epidermis S. 151, über das Unterhautzellgewebe und die in ihm vorkommenden Fettansammlungen § 120—123. Die Nerven in Verlauf und Endigungsweise, soweit sie bekannt, wurden S. 185 und 187 erörtert. Der Abschnitt vom Drüsengewebe gedachte schon im Allgemeinen bei § 198 (und 196) der beiderlei Drüsen der Haut. Die Haare finden sich beschrieben § 212 und die Nägel § 99.



Fig. 565. Die Haut des Menschen in senkrechtem Durchschnitt. *a* Oberflächliche Schichten der Epidermis; *b* *Malpighi*'sches Schleimnetz. Darunter die Lederhaut, nach oben bei *c* die Papillen bildend, nach unten in das subkutane Bindegewebe ausgehend, in welchem bei *h* Ansammlungen von Fettzellen erscheinen; *g* Schweissdrüsen mit ihren Ausführungsgängen *e* und *f*; *d* Gefässe; *i* Nerven.

Die Dicke der Lederhaut unterliegt an den einzelnen Körperstellen beträchtlichen Schwankungen, indem sie von 0,45—3,38^{mm} wechselt. Am dünnsten ist sie an den Augenlidern, der Vorhaut, der Eichel und der Innenseite der *Labia majora*. Im Gesichte, dem Skrotum, Warzenhofe wird sie stärker von 0,68—1,13^{mm}, an der Stirne 1,50, gewöhnlich an den meisten Hautstellen 1,69—2,26^{mm}. An Fusssohle, Gesäss und Rücken und häufig auch in der Volarfläche der Hand ist sie am mächtigsten. Dicker ist sie bei Männern als Frauen. Bei Kindern unter 7 Jahren besitzt sie kaum halbe Mächtigkeit (*C. Krause*).

Auch die Epidermis, welche in einem früheren Abschnitte ausführlich zur Sprache kam, wechselt sehr nach den einzelnen Lokalitäten, und zwar in noch höherem Grade als das Korium. Die Differenzen betreffen namentlich die so ungleich entwickelten Hornschichten derselben. Während die weicheren Zellenlagen von 0,1128—0,0347^{mm} differiren, schwankt die Mächtigkeit der Hornschicht von 0,0347—2,26^{mm}. Es gewann *C. Krause* für die meisten Körperstellen eine Stärke der Gesammtoberhaut von 0,0751—0,1735^{mm}. Am dicksten ist sie in der Volar-

fläche der Hand und der Sohlenfläche des Fusses. Es ist eine alte Beobachtung, dass schon beim Embryo diese ungleiche Mächtigkeit vorkommt.

Schon früher (§ 136) wurde der sogenannten **Gefühlswärzchen** oder **Papillen** der Haut gedacht. Dieselben (Fig. 566) kommen über die ganze Oberfläche jener vor, bieten aber in Stellung, Grösse und Form manchfache Differenzen dar. An gewissen Lokalitäten, wie z. B. der Volarfläche der Hand, stehen sie häufig in kleinen Gruppen beisammen, und zwar auf leistenartigen Vorsprüngen des Korium. An anderen Stellen wird die Gruppirung eine unregelmässige, wobei sie bald gedrängter, bald vereinzelter zu finden sind. Die Grösse wechselt gleichfalls bedeutend. Die längsten, bis zu 0,1505, ja 0,23^{mm} gehenden kommen an der Volarfläche der Hand, der Fusssohle, Brustwarze etc. vor. Die meisten Hautstellen



Fig. 566. Drei Gruppen von Gefühlswärzchen der Haut des menschlichen Zeigefingers im Vertikalschnitt; theils Gefässschlingen, theils Tastkörperchen führend.

zeigen Papillen von 0,1128—0,0564^{mm}. Die kleinsten, wie sie z. B. im Gesichte auftreten, können bis auf 0,0451, 0,0377 und weniger herabsinken. Die Gestalt ist bei grösseren eine kegel- und zungenförmige, bei kleineren mehr warzen- und hügelartig. Neben einfachen Papillen unterscheidet man zusammengesetzte, d. h. breitere Erhebungen, welche in zwei, selten in drei Gipfel auslaufen (Fig. 566 in der Mitte). Ihr scheinbar homogenes Substrat hat ebenfalls § 136 seine Erörterung gefunden. Durch Vorsprünge und Furchen erhält im Uebrigen die Oberfläche ein gezahntes Aussehen (*Meissner*).

Ueber die Muskulatur der Haut wurde schon § 163 das Nöthige bemerkt. *J. Neumann*, ein um die Haut hochverdienter Forscher, fand in neuerer Zeit noch Züge dieses Gewebes auf, welche vom oberen Theil der Lederhaut zum *Panniculus adiposus* sich erstrecken, dabei sich vielfach theilen, und sowohl vertikal als horizontal gerichtete Seitenbündel absenden. Dann kommen horizontale Muskeläste sowohl ober- als unterhalb der Schweissdrüsen, namentlich an denjenigen der behaarten Kopfhaut vor, welche jedoch wohl zu den *Arrectores pili* (§ 212) zählen. Endlich verlaufen unter den Tastwärzchen, namentlich denjenigen der Kopfhaut und der Streckflächen der Glieder, andere flächenhafte Züge der glatten Muskulatur. Doch sind hierbei individuelle Variationen zu erkennen.

Das **Blutgefässnetz** der Haut beginnt im subkutanen Bindegewebe mit dem rundlichen, mehr abgegrenzten der Fettzellen[2]), sowie den gleichfalls mehr selbstständigen der Haarbälge und der knauelförmigen Enden der Schweissdrüsen (Fig. 567, *c*). In der Lederhaut selbst erscheint ein sehr entwickeltes Gefässnetz feinerer, 0,0074—0,0113^{mm} messender Kapillaren, welches sich flächenhaft durch jene ausbreitet, und, mit Schlingen, im Mittel von 0,0090^{mm} und mehr Durchmesser, den grössten Theil der Gefühlswärzchen versieht, mit Ausnahme derjenigen beschränkter Hautstellen, wo ein Theil der Papillen Tastkörperchen führt, und dabei gefässlos bleibt (§ 185). Genauere Angaben über das Blutgefässsystem unseres Organs hat in neuester Zeit übrigens *Tomsa* geliefert.

Die **Lymphgefässe** der Haut, schon früheren Forschern als sehr dichte Netze bekannt, haben in neuerer Zeit durch *Teichmann*[3]), vor allen Dingen aber durch *Neumann*[4]) genauere Untersuchung erfahren.

Dieselben, ein mit selbstständiger Wandung versehenes Röhrensystem, bilden im Korium zwei verschieden dichte Netze, ein tieferes gröberer und weitmaschi-

gerer Kanäle, sowie ein oberflächlicheres feinerer und engmaschigerer Gänge. Klappen gehen unseren Lymphgefässen in der Lederhaut ab; erst im subkutanen Zellgewebe erscheinen jene.

Die Anordnung ist nach den einzelnen Lokalitäten recht wechselnd. Man trifft viele blindsackige Ausläufer von verschiedener Stärke. In die Papillen der Haut (*Teichmann*, *Neumann*) dringen die Lymphgefässe theils als einfache Röhren, theils als Schlingen ein.

Die in der Haut befindlichen besonderen Bildungen, wie Haare mit ihren Bälgen und die Schweissdrüsen, besitzen ihre eigenen lymphatischen Kanälchen; auch die Fettläppchen sind bogenförmig von Lymphgefässen umgeben. Im Unterhautzellgewebe ist das Lymphsystem stark entwickelt.

Die einzelnen Körperstellen sind im Uebrigen ungleich reich an Lymphbahnen. Am reichsten erscheinen Hodensack, grosse Schamlippen, Handfläche und Fusssohle [*Neumann*[4])]. Auch das Nagelbett führt Lymphkanäle[5]).

Die Ausbreitung der Hautnerven, welche unserm Organe die Bedeutung eines Sinneswerkzeuges verleihen, zu Geflechten, wurde schon im zweiten Theile berührt. Ueber die Endigung derselben, einmal in den Tastkörperchen[6]), dann an andern Stellen, verweisen wir auf §§ 185 und 187. Vereinzelte Beobachtungen über das Vorkommen *Krause*'scher Endkolben erwähnte § 184.

Die Entwicklung der Epidermis beim Embryo ist schon S. 167 besprochen worden. Die Lederhaut besteht nach *Koelliker*[7]) in der vierten und fünften Woche des menschlichen Fruchtlebens noch ganz und gar aus Ansammlungen rundlicher und spindelförmiger Bildungszellen, und besitzt eine Dicke von nur 0,0135—0,0226^{mm}. Im dritten Monat unterscheidet man auch das subkutane Bindegewebe, und beiden Lagen kommt ungefähr die gleiche Stärke zu. Beide mit der Oberhaut zusammen messen 0,1353^{mm}. Einen Monat später bemerkt man die ersten Fettträubchen. Im 6. Monate erscheinen die Papillen, und die Lederhaut misst 1,13^{mm} und mehr. Auffallend ist die Stärke des *Panniculus adiposus* beim neugebornen Kinde.

Anmerkung: 1) Man s. den *Krause*'schen Artikel: »Haut« im Handw. der Phys. Bd. 2, S. 108; *Meissner*, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Haut. Leipzig 1853; *Henle*'s Eingeweidelehre, S. 1; ferner die in § 136, Anm. 1 und 2 erwähnte Literatur; ferner *J. Neumann*'s Lehrbuch der Hautkrankheiten. 3. Aufl., Wien 1873; endlich *W. Tomsa*, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der menschlichen Haut. Prag 1873 (Sep.-Abdr. aus dem Archiv für Dermatologie und Syphilis). — 2) Die relative Selbstständigkeit dieses Gefässbezirkes erkannte schon *Toldt*. Sie war es, welche ihn (§ 124, Anm. 5) zur Aufstellung einer selbstständigen Natur des Fettgewebes mit bestimmte. — 3) a. a. O. S. 61. — 4) Zur Kenntniss der Lymphgefässe der Haut des Menschen und der Säugethiere. Wien 1873. — 5) Im Nagelbett gelang es *Teichmann* (S. 65), lymphatische Bahnen zu injiziren. — 6) *Langerhans* (Archiv für mikr. Anat. Bd. 9, S. 730) ist durch Behandlung mit Osmiumsäure wieder zu einer ähnlichen Ansicht, wie früher *Meissner* (§ 185, Anm. 6) gelangt. Er hält die kernartigen Bildungen im Tastkörperchen für nervöse Terminalgebilde, »Endknospen«. Wir dächten, die Erfahrungen, welche man bei Speicheldrüsen und Leber gemacht hat, forderten zur grössten Vorsicht auf. — 7) Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 1, S. 32; man sehe auch noch eine Notiz von *A. Kusnetzoff* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 56, Abth. 2, S. 251). Glykogen in der fötalen Haut und Haaranlage fand *Rouget* (*Journ. de la phys. Tome* 2, *p.* 320.

§ 302.

Die drüsigen Gebilde, welche der Haut die Bedeutung eines Sekretionsorgans verleihen, sind zweierlei, die Schweiss- und Talgdrüsen.

Die Schweissdrüsen, *Glandulae sudoriparae*[1]) (Fig. 565 und Fig. 567) wurden, was die Differenzen der Grösse und Textur betrifft, schon S. 368 besprochen.

Der knauelförmige Anfangstheil liegt entweder noch in den tiefsten Stellen des Korium oder in der Regel schon im Unterhautzellgewebe, tiefer als die Haar-

bälge und umgeben von den Fettzellen des *Panniculus adiposus*. Der Ausführungsgang, nach der Dicke der Haut länger oder kürzer, durchdringt dagegen das Korium, und geht von diesem aus zwischen benachbarten Papillen in die Epidermis über. Hierbei macht er Schlängelungen oder korkzieherartige Windungen, namentlich in der Oberhaut. Die Oeffnungen der Gänge an der Hautoberfläche erscheinen von mikroskopischer Feinheit, mit Ausnahme der Hohlhand und Fusssohle, wo sie trichterförmig erweitert sind. Hier stehen sie als reihenweise Pünktchen auf den Hautleistchen. Sonst kommen diese Oeffnungen unregelmässig gruppirt vor. Der Inhalt unserer Drüsen besteht bald aus einer einfachen, bald doppelten Lage rundlich polygonaler, ziemlich kleiner, 0,0113—0,0151^{mm} messender Drüsenzellen, deren Höhle sehr gewöhnlich Moleküle eines bräunlichen Farbestoffes, sowie von Neutralfetten enthält. Der Hohlraum in der Axe des Schlauches führt entweder eine mehr wasserhelle körnerlose Flüssigkeit oder, wie es bei den grossen Knaueldrüsen der Fall, eine dicklichere, an Fett- und Eiweissmolekülen reiche Masse, welche einem Platzen der Drüsenzellen ihren Ursprung verdankt, und vielfach an die fettigen Sekrete der nahe verwandten Ohrschmalzdrüsen oder der traubigen Talgdrüschen angrenzen mag. Die Gefässe bilden um den Knauel unserer Drüsen zierliche korbartige Haargefässnetze (*c. c*). Mit Ausnahme eines die Kapillaren der Schweissdrüsen umspinnenden reichlichen Nervennetzes (*Tomsa*) kennt man keine besonderen Sekretionsnerven unserer Organe, obgleich eine Einwirkung vom Nervensysteme aus auf den Mechanismus der Absonderung wahrscheinlich ist.

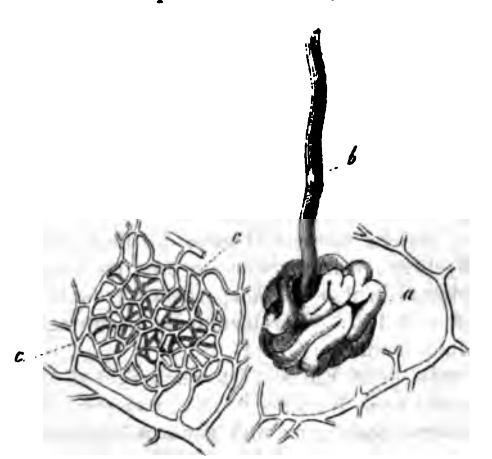


Fig. 567. Eine menschliche Schweissdrüse. *a* Der Knauel, umgeben von dem Anfange venöser Gefässe; *b* der ausführende Kanal; *c* das korbartige Haargeflecht um den Knauel mit dem Arterienstämmchen.

Die Schweissdrüsen kommen mit Ausnahme einzelner beschränkter Stellen über die ganze behaarte und unbehaarte Haut des Menschen vor, sind jedoch, was Gruppirung, Grösse, Menge betrifft, an den verschiedenen Lokalitäten beträchtlichen Differenzen unterworfen. Ziemlich regelmässig, und zwar reihenweise, liegen sie an den Hautriffen von Hohlhand und Fusssohle. An den meisten Stellen erscheinen sie dagegen in kleinen unregelmässigen Gruppen, getrennt durch verschieden grosse drüsenfreie Hautpartieen. An den Lippen gehen sie bis zum rothen Rand, an der Nase bis zum Eingang der Nasenlöcher, am Penis bis an die Grenze der Aussenfläche der Vorhaut, an den grossen Schamlippen gleichfalls bis zum Ende der äusseren Seite. Beinahe an der ganzen Körperoberfläche ist die kleinere Drüsenformation allein zu finden; nur in der Achselhöhle erscheinen, in gedrängter Stellung und ein förmliches Lager bildend, die grossen und komplizirter gebauten Schläuche. Ueber die Menge der Schweissdrüsen hat *C. Krause* interessante Mittheilungen geliefert. Während ein □″ Haut des Nackens, Rückens und Gesässes 417 im Mittel besitzt, zeigen beispielsweise die Wangen 548, die Innenflächen von Ober- und Unterschenkel 576, der Vorderarm äusserlich 1093, einwärts 1123, Brust und Bauch 1136, die Stirne 1258, der Handrücken 1490, die Hohlhand 2736 und die Fusssohle 2685. Eine Berechnung für die ganze Körperoberfläche ergab jenem Forscher eine Gesammtzahl dieser Drüsen von 2,381,248. Gewiss kommen jedoch hier eine Menge individueller Schwankungen vor. — Die Entstehung der Schweissdrüsen beim Embryo ist S. 371 erörtert.

Das dicklichere fettige Sekret der Achseldrüsen gestattet schon kaum mehr diese Modifikation als »Schweissdrüsen« zu bezeichnen.

Vor Kurzem traf *A. Gay*[2]) den Afterausgang des Menschen umgeben von einem Kranz sehr ansehnlicher Schweissdrüsen mit Zylinderzellen bekleidet. Er nannte sie »Cirkumanaldrüsen«.

Die Ohrschmalzdrüsen, *Glandulae ceruminosae*[3]), nehmen in gedrängter Lage den knorpligen Theil des *Meatus auditorius externus* ein. Sie besitzen den Bau der gewöhnlichen Schweissdrüsen mit Knaueln von 0,23—1,69^{mm}, zeichnen sich aber durch ihre kurzen, fast geraden und niemals spiralig gewundenen Gänge aus. Die Drüsenzellen des Knauels enthalten Körnchen und Tröpfchen von Fett und Moleküle eines bräunlichen Pigments, welchem das Sekret seine Farbe verdankt.

Das Ohrschmalz, *Cerumen auris*, eine gelbliche, dickflüssige, bittere Masse, zeigt bei mikroskopischer Untersuchung neben Epidermoidalschüppchen Körner und Tropfen eines gewöhnlich gelblichen Fettes, die Molekeln des eben erwähnten bräunlichen Farbestoffes vereinzelt oder in Klumpen, dann grössere fetterfüllte Zellen, welche, wie *Koelliker* vermuthet, den Talgdrüsen der betreffenden Stelle zuzuschreiben sind.

Nach einer Analyse von *Berzelius* erhält neben der Substanz der Epidermisschüppchen das Ohrschmalz ein weiches Fett, eine gelbliche, in Alkohol lösliche, bitter schmeckende Substanz, welche aber nichts mit Gallenbestandtheilen zu thun hat (*Lehmann*), dann Extraktivstoffe, sowie Kali- und Kalksalze. *Pétrequin*[4]) traf eine Kaliseife hier an. Kali ist überhaupt fast ausschliesslich im menschlichen Ohrschmalz vorhanden, Kalk und Natron nur in Spuren.

Anmerkung: 1) Neben der Eingeweidelehre von *Henle* (S. 29), den Werken von *Todd* und *Bowman* (*Vol.* 1, *p.* 422) und *Koelliker* (Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 1, S. 156), sowie der *Krause*'schen Arbeit (S. 127) sehe man *Breschet* und *Roussel de Vauzème*, *Annales d. sc. nat. Série* 2, *Tome* 2, *p.* 167 und 321; *Gurlt* in *Müller*'s Archiv 1835, S. 399 und *Wagner*'s *Icon. phys. Tab.* 16, *Fig.* 9 und 10. Vor Jahren hatte *Schrön* (*Contribuzione alla anatomia, fisiologia e pathologia della cute umana. Torino e Firenze* 1865) die eigentliche Hornschicht der Haut als Produkt der Schweiss-, möglicherweise auch der Talgdrüsen ansehen wollen. Diese Ansicht hat, wie zu erwarten war, keinen Beifall gefunden. — 2) S. Wiener Sitzungsberichte Bd. 63, Abth. 2, S. 329. — 3) *Wagner's Icon. phys. Tab.* 16, *Fig.* 11; *Krause* und *Kohlrausch* in *Müller*'s Archiv 1839, S. 107 (Jahresbericht); *Koelliker* a. a. O. S. 174. — 4) Vergl. *Comptes rendus Tome* 68, *No.* 16 und *Tome* 69, *No.* 19.

§ 303.

An der Körperoberfläche des Menschen verdunstet durch die harten trocknen Epidermoidalschüppchen hindurch beständig ein Theil des in der Haut enthaltenen Wassers. Man nennt diesen Vorgang, welcher, wenn auch sehr beträchtlichen Schwankungen unterliegend, doch als ein beständiger betrachtet werden muss, die Perspiration. Ihre Quellen sind einmal die Blutgefässe des Papillarkörpers und die von letzterem transsudirten Gewebeflüssigkeiten, dann die wässrige Inhaltsmasse, welche den Gang der Schweissdrüsen erfüllt, und an ihrer Oberfläche ebenfalls abdunstet. Wieviel man der einen oder der anderen beider Quellen vindizirt, ist noch zweifelhaft. Nach *C. Krause* kömmt bei weitem der hauptsächlichste Antheil dem Papillarkörper zu. Diesem Forscher verdankt man auch den Nachweis, dass die verhornte Epidermis für tropfbar flüssiges Wasser nahezu undurchgängig ist, dagegen permeabel für alle Gase.

Jenem beständigen und rein physikalischen Prozesse der Verdunstung des Hautwassers steht ein anderer, nur periodisch auftretender, derjenige der Schweissbildung, der Austritt tropfbar flüssigen Wassers aus den zahllosen Mündungen der Schweissdrüsen, entgegen, wobei die kleinen Einzeltröpfchen auf der fettigen

Hautoberfläche zum grösseren Schweisstropfen zusammenfliessen. Beiderlei Prozesse gehen indessen häufig in einander über.

Die Menge des durch die Haut dem Körper sich entziehenden Wassers wechselt natürlich sehr. Sie kann im Laufe eines Tages etwa auf 8—900 Grms. im Mittel mit Extremen zu 550—1500 Grms. angenommen werden (*Krause*). Im Allgemeinen steht sie also dem Wasserverluste durch die Nieren nach (§ 274), wie denn auch mit dem Schweisse Zersetzungsprodukte nur in sehr geringer Menge davon gehen. Sie übertrifft aber die Wasserverdunstung durch die Lungenfläche (5—700 Grms. im Tage). Nähere Erörterungen sind Sache der Physiologie.

Die vorhandenen chemischen Untersuchungen [1]) des wässerigen Hautsekretes betreffen theils das an der Körperoberfläche abgedunstete und wieder in Tropfen niedergeschlagene, theils das aus den Schweissdrüsen hervorgequollene tropfbar flüssige Wasser oder beides zugleich. Dasselbe mag daher als Schweiss im Allgemeinen bezeichnet sein.

Dieser Schweiss, *Sudor*, ist stets mit abgestossenen Epithelialzellen, sowie mit Fettmolekeln verunreinigt, welche letztere theils auf den Hauttalg, theils auch auf den Inhalt der Knaueldrüsen zu beziehen sind. Sonst führt das Sekret keinerlei Formbestandtheile.

Dasselbe erscheint als eine klare, farblose Flüssigkeit, normal im frischen Zustande von saurer Reaktion, welche sich nach einiger Zeit in die neutrale und alkalische ändert. Der Geschmack pflegt ein salziger, der Geruch ein bald mehr, bald weniger intensiver und zwar nach flüchtigen Fettsäuren zu sein.

Was die festen Bestandtheile betrifft, so ist die Menge derselben eine geringe, aber wechselnde (und zwar mit der ausgeführten Wassermenge relativ abnehmende). Man kann 0,5—2% derselben annehmen. Dieselben sind organische und Mineralstoffe. Zu ersteren gehören mehrere Säuren der flüchtigen Fettsäuregruppe (S. 25), und zwar vor allem Ameisensäure, dann Buttersäure, ebenso Essigsäure. Die Gegenwart von Metaceton-, Kapron-, Kapryl- und Kaprinsäure ist wenigstens wahrscheinlich. Ueberhaupt kommen hier wohl ohne Zweifel mancherlei Differenzen vor, wie der verschiedene Geruch des Schweisses einzelner Körperstellen, ebenso bei den verschiedenen Menschenracen (Neger und Europäer) lehrt. Nach den Untersuchungen *Favre*'s findet sich dann noch im Schweisse eine eigenthümliche Säure, die Hydrotinsäure (S. 37) vor[2]).

Ferner enthält der Schweiss, wie neuere Untersuchungen gelehrt haben, auch im Normalzustande Harnstoff[3]), einen Körper, dem die baldige Aenderung der Reaktion des Sekretes, verbunden mit Ammoniakentwicklung, zugeschrieben werden muss, und welcher pathologisch bei gehemmter Nierenthätigkeit reichlich vorkommen kann. Von den übrigen verbreiteteren thierischen Basen hat man bisher noch keine hier nachzuweisen vermocht.

Neutralfett ist dann ein konstanter Bestandtheil. Ebenso hat man Cholestearin getroffen (*Schottin*).

Einen eiweissartigen Körper im menschlichen Schweiss fand *Leube*[4]) vor.

Unter abnormen Verhältnissen können Gallenpigmente auftreten[5]).

Die Mineralstoffe bestehen, abgesehen von etwas Eisen und phosphorsaurer Kalkerde, welche den Epithelialzellen zu vindiziren sind, wesentlich aus Chloralkalien mit überwiegendem Kochsalz; dann aus geringen Mengen phosphorsaurer und schwefelsaurer Alkalisalze. Endlich kommt freie Kohlensäure vor. Ammoniaksalze bilden sich dagegen erst in Folge der Zersetzung.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Lehmann*'s physiol. Chemie Bd. 2, S. 332 und Zoochemie S. 298, sowie *Gorup*'s (S. 506) und *Kühne*'s phys. Chemie (S. 429); *Favre* in *Erdmann*'s Journal Bd. 58, S. 365; *Schottin*, *De sudore. Lipsiae* 1851. *Diss.* und im Archiv für phys. Heilkunde Bd. 11, S. 73; *H. Meissner, De sudoris secretione. Lipsiae* 1851. *Diss.*; *Funke*'s Physiologie 4. Aufl. Bd. 1, S. 574. — 2) Milchsäure scheint dem Sekrete abzugehen. — 3) *Favre l. c.*; *Picard*, *De la présence de l'urée etc.* und *Funke* in der Phys. a. a. O. S. 578.

— 4) *W. Leube* in *Virchow's* Archiv Bd. 48, S. 181. — 5) Traubenzucker im Schweisse scheint sehr zweifelhaft. Indigo ist einmal von *Bizio* (Wiener Sitzungsberichte 1860, S. 33) angetroffen worden.

§ 304.

Die Talgdrüsen, *Glandulae sebaceae* [1]) (Fig. 568), kleine, der traubigen Drüsenformation zuzurechnende Gebilde, kommen ebenfalls fast über das ganze Hautorgan (wenn auch beschränkter als die Schweissdrüsen) vor. Ihr Sekret (Fig. 569) ist ein wesentlich fettiges, und wurde in seiner Entstehung bereits § 196 behandelt.

Die Talgdrüsen, welche stets in dem Korium selbst und niemals im subkuta-

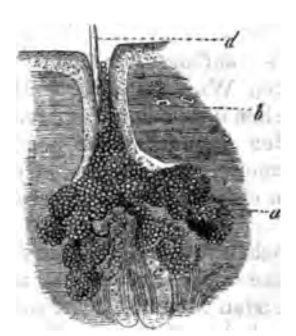


Fig. 568. Eine Talgdrüse. *a* Die Drüsenbläschen; *b* der Ausführungsgang; *c* der Balg eines Wollhaars; *d* der Schaft des letzteren.

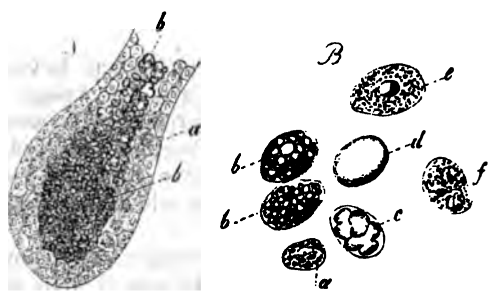


Fig. 569. *A* Das Bläschen einer Talgdrüse; *a* die der Wand anliegenden Drüsenzellen; *b* die abgestossenen, den Hohlraum erfüllenden, fetthaltigen. *B* Die Zellen in stärkerer Vergrösserung; *a* kleine, der Wand angehörige, fettärmere; *b* grosse, mit Fett reichlicher erfüllte; *c* eine Zelle mit zusammengetretenen grösseren und *d* eine solche mit einem einzigen Fetttropfen; *e. f* Zellen, deren Fett theilweise ausgetreten ist.

nen Bindegewebe liegen, sind in der Regel an die Gegenwart der grösseren sowie kleineren Haare des Körpers gebunden, in deren Bälge sie entweder einfach, doppelt oder mehrfach einmünden. Während sie an den ansehnlichen Bälgen starker Haare als seitliche Anhängsel jener erscheinen, ändert sich bei feinen Wollhärchen nicht selten das Verhältniss in der Art, dass der Haarbalg zum Anhangsgebilde des drüsigen Organes geworden zu sein scheint. Diesen an Haare gebundenen Talgdrüsen, den »Haarbalgdrüsen«, schliessen sich die unbehaarter Körperstellen an, welche unmittelbar nach aussen münden. Sie fehlen fast allen nackten Hautstellen ganz, wie der Hohlhand und Fusssohle, den letzten Finger- und Zehengliedern, finden sich überhaupt wenig verbreitet, und zwar treten sie nur an einzelnen Theilen der Geschlechtsorgane auf, nämlich dem Präputium und der Glans des männlichen Gliedes (*Tyson*'sche Drüsen), sowie den kleinen Schamlippen.

Die Struktur der Talgdrüsen, die im Ausmaasse von 0,2—0,7 und 1,1, ja 2,2^{mm} wechseln, ist ebenfalls eine sehr verschiedene. Kleine einfachster Art bilden kurze weite Säckchen. Andere beginnen, einzelne Ausbuchtungen des unteren Theiles zu erleiden, welche dann häufiger und häufiger werden, bald in mehr länglicher flaschenähnlicher Form (Fig. 569. *A*), bald mit einem mehr rundlichen Ansehen. Diese Drüsenbläschen, deren Länge somit recht wechselnd ausfallen muss, variiren auch im Quermesser bedeutend von 0,0564—0,0751, ja 0,2256^{mm}. Die grössten kommen überhaupt an der Nase, dem Hodensack, Schamberg und den grossen Schamlippen vor. Die Hülle von Bläschen und Gang ist nicht eine wasserhelle, strukturlose Membran, wie es sonst bei Drüsen die Regel, sondern eine aus streifigem Bindegewebe bestehende. Blutgefässe pflegen um den Drüsenkörper meistens gar nicht vorzukommen. Die Intensität der Absonderung scheint überhaupt eine sehr geringe zu sein, wie denn die Funktion ebenfalls nur in einem ziemlich geringfügigen Einölen des Haares und der Hautoberfläche beruht.

Das Sekret, die Hautschmiere, der Hauttalg, ***Sebum cutaneum***[1], bildet frisch eine dickliche ölartige Fettmasse, die meistens nach einiger Zeit sehr talgartig erstarrt. Seine Formelemente (*B*), zu welchen abgetrennte Epidermoidalschüppchen in wechselnder Menge sich hinzugesellen, sind § 196 behandelt. In chemischer Hinsicht besteht diese Masse, abgesehen von sicher existirenden Differenzen einzelner Hautstellen, wesentlich aus einer grossen Menge von Neutralfetten, zu welchen Seifenverbindungen, das Cholestearin und ein Proteinkörper hinzukommen. Unter den anorganischen Bestandtheilen sind die Chloralkalien und phosphorsauren Alkalisalze zurückgetreten, dagegen die Erdphosphate überwiegend.

Die Entstehung der Talgdrüsen[3]) geschieht von der äusseren Hautzellenlage, wie bei den Schweiss- und Milchdrüssen, ist dagegen meistens an die erste Anlage der Haare geknüpft, und im vierten und fünften Monat der Fötalperiode zu bemerken.

Dieselben nehmen ihren Anfang in Gestalt solider, anfangs warziger, bald flaschenförmiger Wucherungen der Anlage der äusseren Wurzelscheide (§ 218), welche durch einen Vermehrungsprozess der Bildungszellen der letzteren entstehen. Wie *Koelliker* gelehrt hat, beginnt schon frühzeitig in den Axenzellen der noch so einfachen und unausgebildeten Talgdrüse die Fettumwandlung des Inhalts, so dass das kleine Organ schon von sehr früher Periode an den charakteristischen Absonderungsprozess darbietet.

Die weiteren Umänderungen, bestimmt, den einfachen flaschenförmigen Sack in eine bald einfachere, bald komplizirtere traubige Drüse umzuwandeln, beginnen dagegen verhältnissmässig spät: nämlich erst in den letzten Monaten des Fruchtlebens. Sie beruhen in einer Vermehrung der peripherischen Zellen, welche zu neuen Wucherungen der Oberfläche führen, ein Prozess, der zur Zeit der Geburt noch nicht beendigt, und durch dessen Fortsetzung die komplizirte traubige Gestalt so mancher der Talgdrüsen nach und nach erreicht wird.

Anmerkung: 1) S. den *Krause*'schen Artikel: »Haut« a. a. O. S. 126; *Todd* und *Bowman Vol.* 1, *p.* 424; *Koelliker*'s Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 180, sowie *Simon* in *Müller*'s Arch. 1844, S. 1. — 2) Vergl. *Lehmann*'s physiol. Chemie Bd. 2, S. 326 und Zoochemie S. 294, sowie das *Gorup*'sche Werk S. 511. — 3) Vergl. *Koelliker*'s Untersuchungen in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 2, S. 90.

§ 305.

Noch immer dürftig und ungenügend gestaltet sich das Wissen von der Endigung der Geschmacksnerven in der Zunge, einem Organe, dessen schon bei dem Verdauungsapparate ausführlicher gedacht worden ist (§ 247 und 248). Doch haben die letzten Jahre auch hier erheblichen Fortschritt gebracht.

In den umwallten Papillen des Menschen und der Säugethiere haben (fast gleichzeitig und unabhängig von einander) zuerst *Lovén* und *Schwalbe* [1]) einen eigenthümlichen Endapparat aufgefunden, für welchen sich der von ersterem Forscher gewählte Namen der »Geschmacksknospe« am meisten empfiehlt, während der *Schultze*'sche Ausdruck »Schmeckbecher« weniger treffend erscheint. Dann trafen *Engelmann* und *Wyss* wiederum selbstständig an der Seite der Zungenwurzel beim Kaninchen ein analoges Geschmacksorgan, ein faltiges Ding mit den gleichen »Geschmacksknospen«, welches unser Holzschnitt (Fig. 570) versinnlicht. Es trägt den Namen der »Papilla foliata«.

Auch beim Menschen kommt jene Papilla foliata vor[2]). Sie liegt dicht vor dem unteren Anfang des *Arcus glossopalatinus*, hat einige Millimeter an Ausmaass, und zeigt fünf Längsspalten, welche sehr reichliche Geschmacksknospen besitzen (*Krause*).

In verdünnter Lage bekleidet das Plattenepithel der Zunge die Krone und Seitenwand der *P. circumvallata*, ebenso die Innenfläche des umgebenden Schleimhautwalls [3]. Vorwiegend trägt nun jene Seitenwand des Geschmackswärzchens (Fig. 570), doch auch nicht selten die Innenseite des Walls, (niemals aber die Papillenkrone) die erwähnten Terminalgebilde, birn- oder knospenartige Organe, welche die ganze Dicke der Epitheldecke durchsetzen, und bei verschiedenen Säugethierarten einen bald plumperen, bald schlankeren Bau erkennen lassen. Ihre Menge ist im Uebrigen eine beträchtliche [4]. Die Länge beträgt beim Ochsen 0,1717, beim Menschen 0,0810—0,0769, beim Reh, Hasen und Hund 0,0720, beim Kaninchen 0,0575^{mm}.



Fig. 570. Aus dem seitlichen Geschmacksorgane des Kaninchens. Die Geschmacksleistchen im vertikalen Querschnitt nach *Engelmann*.

Ihre Wandung besteht aus abgeplatteten lanzettförmigen Zellen (Fig. 571, 2. *a*), welche senkrecht neben einander, etwa wie die Dauben eines Fasses oder die Kelchblätter einer Blüthenknospe stehen. Nach oben konvergiren diese »Stütz- oder Deckzellen«, nach abwärts sind sie in bandartige Ausläufer verschmälert, welche in dem Schleimhautgewebe untertauchen, und, wie es den Anschein hat, auch mit andern Elementen des Epithel sich verbinden können.

Der Spitzentheil der Geschmacksknospe (1) durchbricht die epitheliale Decke, und liegt nackt und frei. Kleinere rundliche Löcher, theils von mehreren, theils von zweien, ja zuweilen nur von einer einzigen Oberhautzelle gebildet und in ziemlich regelmässiger Stellung, werden hier sichtbar. Aus jenen Oeffnungen können noch feine Terminalhärchen hervorragen (*Schwalbe*).



Fig. 571. 1 »Geschmacksknospe« des Kaninchens. 2 *a* Deckzellen; 2 *b* Stäbchenzellen; 2*c* eine Stäbchenzelle mit feinem Endfaden.

Im Innern der Geschmacksknospe, umschlossen von der Rinde der Deckzellen, erscheint in Form eines Längsbündels eine zweite Zellenform (2 *b*), die »Geschmackszelle«. Ein spindelförmiger gekernter Körper läuft nach oben in ein Stäbchen oder Stiftchen aus, während er nach abwärts fadenförmig sich fortsetzt. Die Stäbchenenden ragen zuweilen (bald länger bald kürzer) aus der Knospenöffnung hervor; der Endfaden, an welchem man Varikositäten gewahren kann, dringt in das Schleimhautgewebe ein.

Unter den Geschmacksknospen zeigt letzteres ein Geflecht markhaltiger und blasser Nervenfasern. Dicht unter der Epitheldecke erscheinen ganz blasse einfache oder getheilte Endfäden. Ihr Ansehen ist dasjenige des Endfadens der Geschmackszelle. Doch hat sich die Verschmelzung beiderlei Fäden nicht erkennen lassen [5]. Die verborgene Lage der Geschmacksknospen im schmalen Wallgraben erscheint für die Bildung des Nachgeschmacks bedeutungsvoll.

Die Nervenendigung der *P. fungiformes* ist wenig sicher bekannt. *Lovén*

will bei der Ratte im Zentrum der Kronenfläche eine Geschmacksknospe angetroffen haben[6]. Auch *Krause*[7]) berichtet Aehnliches.

Schon vor einigen Jahren theilte uns *Key*[8]) interessante und, wie wir jetzt sagen dürfen, verwandte Strukturverhältnisse für die Froschzunge mit.

Diese besitzt neben schmäleren Papillen noch eine Form breiterer Geschmackswärzchen, welche an die *P. fungiformes* der Säuger erinnern. An ihnen kann man die Textur näher ermitteln.

Die Seitenwände jener breiten Papillen werden von Zylinderzellen, der Kronenrand von Wimperzellen bekleidet. Die Kronenfläche selbst trägt dagegen eine der Zilien entbehrende andere Epithelialformation. Man bemerkt einmal zylindrische Zellen, sich nach abwärts in Ausläufer fortsetzend, die mit einander anastomosiren, und so eine Art Netzwerk bilden, in welchem letzteren man hier und da einen eingebetteten Kern zu erkennen vermag.

Zwischen jenen Zylindern kommen aber ferner in verschiedener Höhe kleinere rundliche oder elliptische Zellen mit einem relativ ansehnlichen Nukleus vor. Jede sendet nach auf- und abwärts einen Fortsatz. Ersterer, zwischen den zylindrischen Epithelien zur freien Oberfläche emporsteigend, stellt ein dünnes schlankes Stäbchen dar, während der nach abwärts zur Schleimhaut ziehende Ausläufer ein äusserst dünnes Fädchen bildet, an welchem man die für feinste Nervenfibrillen bezeichnenden kleinen Varikositäten erkennt.

In der Axe der Papille läuft ein Nervenstämmchen, bestehend aus wenigen breiteren markhaltigen Röhren. Am Ende des Stämmchens zerfallen letztere Axenzylinder in feinste, wiederum variköse Fibrillen. Sie gleichen ganz den Terminalfäden der letzteren Zellenformation, und sollen auch nach *Key*'s Angaben den unmittelbaren Zusammenhang erkennen lassen.

Man könnte daran denken in derartiger Kronenbekleidung einer Froschpapille eine gewissermassen flächenhaft entfaltete Geschmacksknospe des Säugethiers zu erblicken. Doch neuere Untersuchungen von *Engelmann* stellen hier Manches wieder in Frage, und lassen eine grössere Komplikation des Baues vermuthen. Der Verfasser findet neben seinen Kelchzellen (den »Zylindern«) einmal die *Key*'schen, Stäbchen tragenden Gebilde (welche er Zylinderzellen nennt, und denen er gleich den Kelchzellen die nervöse Natur abspricht) und dann noch ein eigenthümliches nach auf- und abwärts verästeltes Element, die »Gabelzelle«, welche er für das Endgebilde der Geschmacksnerven erklärt, indem die Endzweige des unteren Ausläufersystems in feine Axenzylinder übergehen sollen[9]).

Anmerkung: 1) Zur Literatur der Geschmacksknospen erwähnen wir: *Lovén* im Archiv f. mikr. Anat. Bd. 4, S. 96; *Schwalbe* a. d. O. Bd. 3, S. 504 und Bd. 4, S. 154; *H. von Wyss*, ebendaselbst Bd. 6, S. 237; *Engelmann* in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 18, S. 142, sowie dessen Arbeit im *Stricker*'schen Werk S. 822; *Krause* in den Göttinger Nachrichten 1870, S. 423; *A. K. von Ajtai* im Arch. f. mikr. Anat. Bd. 8, S. 455; *Ditlevsen, Undersögelser om Smagslögene paa Tungen hos Pattedyrene og Mennesket. Kjöbenhavn* 1872; *J. Königschmied* im Centralblatt 1872, S. 400. — 2) Es is hier gegangen wie mit den Pacini'schen Körperchen. Man hat ein längst beschriebenes, aber völlig in Vergessenheit gerathenes Ding zum zweiten Male entdeckt. Schon *Albin* im 18. Jahrhundert kannte die sogenannte Papilla foliata der menschlichen Zunge. Dann hat sie *C. Mayer* (Neue Untersuchungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie. Bonn 1842, S. 25) für Mensch und Säugethiere beschrieben, wie uns *Huschke* in seiner Eingeweidelehre, Leipzig 1844, S. 590 genau berichtet. Auch *C. B. Brühl* (Kleine Beiträge zur Anatomie der Haussäugethiere. Wien 1850, S. 4) kannte die Papilla foliata. — 3) Sternförmige Pigmentzellen, eingedrungen in die tieferen Epithellagen der umwallten und schwammförmigen Papillen, trafen beim Schaf *Schultze* und *Schwalbe* (a. a. O. S. 159). — 4) *Schwalbe* (S. 169) versuchte, die Menge der Geschmacksknospen zu taxiren. Die umwallte Papille des Schafs hat ihrer ungefähr 480, die ganze Zunge (bei etwa 20 Papillen) 9600. Beim Rind zeigt erstere 1760, letztere hat als Gesammtzahl 35200. Beim Schwein kommen nur 2 umwallte Geschmackswarzen vor, jede aber mit etwa 4760 Einzelorganen. — 5) *Schwalbe* möchte sogar Stab- und Stiftzellen als zweierlei Gebilde unterscheiden. Wir halten dieses nicht für begründet. — Ueber die Angaben von *M. Freyfeld-Szabadföldy* berichtete schon § 187. Nichts zu machen

vermögen wir zur Zeit aus den sonderbaren Angaben *Letzerich*'s (*Virchow*'s Archiv Bd. 45, S. 9) über Nervenendigungen in der Zungenschleimhaut der Säugethiere. — 6) Nach *Krause* kommen in den umwallten und schwammförmigen Papillen von Säugethier und Mensch noch Endkolben vor (S. dessen Schrift: Die terminalen Körperchen S. 119, 121). Bisher hat Niemand mit Ausnahme *Szabadföldy*'s dieses bestätigt. — 7) *Krause* findet Geschmacksknospen im ganzen Bereich des Glossopharyngeus bei Mensch und Schwein. Sehr reich ist die hintere Fläche der Epiglottis, während die vordere gewöhnliche Papillen besitzt. Dann fand dieser Forscher noch einige Geschmacksknospen auf den etwas flacheren *Papillae fungiformes*, welche seitlich an der Zungenspitze gedrängter vorkommen (*P.* »*lenticulares*«, *Krause*). Die höheren schwammförmigen Wärzchen, die mehr nach hinten stehen (*P.* »*conicae*«), entbehren dagegen der Geschmacksknospen gänzlich. In unseren Organen, welche *Krause* »Epithelialknospen« nennt, kommen nach ihm nicht zweierlei, sondern dreierlei Zellen vor, nämlich »Spindelzellen«, »Stäbchenzellen« und »Gabelzellen« wie beim Frosch (s. u.). Auch *Ditlevsen* ist dieser Meinung. — 8) S. *A. Key* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1861, S. 329. Frühere Beobachtungen über die Froschzunge rühren her von *C. Fixsen*, *De linguae raninae textura. Dorpati* 1857. *Diss.*, von *Billroth* (Deutsche Klinik 1857, No. 21 und *Müller*'s Archiv 1858, S. 159), sowie von *Hoyer* (gleiche Zeitschrift 1859, S. 481). Man s. auch noch *Hartmann* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1863, S. 634. — 9) Auch hier fehlt der Beweis. Die Gabelzellen mögen gleich den *Engelmann*'schen Zylindern zur Aufstellung der *Key*'schen Geschmackszellen das Ihrige beigetragen haben.

§ 306.

Das Geruchsorgan[1]), zu dessen Betrachtung wir jetzt übergehen, besteht bekanntlich aus den beiden Nasenhöhlen und den damit in Verbindung stehenden Nebenhöhlensystemen. Neben der Bedeutung eines Sinneswerkzeuges hat es noch diejenige, eine Strasse für den respiratorischen Luftstrom und den Abzugskanal der Thränen zu bilden.

Das Ganze, mit Ausnahme der obersten Partieen der beiden Haupthöhlen, betheiligt sich dagegen nicht unmittelbar an dem Prozesse des Riechens, sondern bereitet entweder nur diese Funktion vor, oder ist Gefühlsorgan. Zu letzterem Behufe erhält das Geruchsorgan Nervenzweige des Trigeminus.

Die zur Geruchsperzeption bestimmte Stelle, entsprechend der Ausbreitung des *N. olfactorius*, besteht im Allgemeinen aus der oberen Partie der Scheidewand, aus der oberen und einem Theile der mittleren Muschel. Sie zeichnet sich durch eine bräunliche oder gelbliche Färbung aus, die lebhafter beim erwachsenen Thiere als neugebornen Geschöpfe, jedoch in der Regel beim Menschen nicht besonders markirt ist. Ferner bietet sie hinsichtlich ihrer Ausdehnung, namentlich beim Menschen, beträchtliche individuelle Differenzen dar. Man hat ihr den passenden Namen der *Regio olfactoria* gegeben (*Todd* und *Bowman*). Die ältere Bezeichnung der *Schneider*'schen Membran mag daher der übrigen, nicht zum Riechen dienenden Schleimhaut vorbehalten bleiben.

Die das Höhlensystem des Geruchsorganes begrenzenden Knochen bedürfen keiner Erörterung; ebensowenig die aus hyaliner Masse bestehenden Nasenknorpel.

Die Haut der äusseren Nase trägt einen dünneren Epidermoidalüberzug, und enthält neben einzelnen Schweissdrüsen sehr zahlreiche und ansehnliche Talgdrüsen (§ 198). Im Naseneingang stehen die bekannten stärkeren Haare, *Vibrissae*, bestimmt, das Eindringen fremder Körper zu beschränken. Nach innen erstreckt sich die Epithelialbekleidung als ein System geschichteter platter Zellen noch eine Strecke weit fort. Dann beginnt das schwach geschichtete Flimmerepithelium zu erscheinen, dessen § 93 gedacht hat. Es findet sich über alle Höhlen. Becherzellen kommen vor; nur der *Regio olfactoria* gehen sie ab [*Schulze*[2])].

Die *Schneider*'sche Membran, in den Haupthöhlen sehr reich an Blutgefässen, variirt in ihrer Struktur nach den einzelnen Stellen. In den Nebenhöhlen ist sie dünner und so innig mit der Knochenfläche verbunden, dass ihr submuköses Gewebe zugleich die Rolle des Beinhautüberzugs versieht. In den Haupt-

höhlen erreicht dagegen die Mukosa eine beträchtlichere und stellenweise sehr ansehnliche Dicke, und zeigt einen grossen Reichthum traubiger **Schleimdrüschen** (welche in den Nebenhöhlen nur sehr spärlich vorkommen) [3], sowie eine starke plexusartige Entwicklung arterieller und namentlich venöser **Gefässe** [4], von deren Existenz die bekannte Neigung zu Blutungen aus der Nase bedingt ist. — Die Endigung der **Gefühlsnerven** der Nase ist noch unbekannt.

Anmerkung: 1) Vergl. *Todd* und *Bowman l. c. Vol.* 2, *p.* 1; *Koelliker*, Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 763 und Handbuch 5. Aufl., S. 740; *Henle*'s Eingeweidelehre, S. 815. An Spezialarbeiten seien erwähnt: *C. Eckhard*, Beiträge zur Anatomie und Physiologie 1. Heft. Giessen 1855, S. 77; *Ecker* in den Berichten über die Verhandlungen der Gesellschaft für Beförderung der Naturwissenschaften zu Freiburg. No. 12. 1855, in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 8, S. 303, in *Henle*'s und *Meissner*'s Jahresbericht für 1856, S. 117, sowie *Icon. phys.* Taf. 18, Fig. 1—8; *Schultze* in den Monatsberichten der Berliner Akademie 1856, S. 504, sowie dessen ausgezeichnete Monographie: Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut, namentlich die Struktur und Endigungsweise der Geruchsnerven bei dem Menschen und den Wirbelthieren. Halle 1862; *R. Seeberg, Disquisitiones microscopicae de textura membranae pituitariae nasi. Dorpati* 1856. *Diss.*; *H. Hoyer, De tunicae mucosae narium structura. Berolini* 1857. *Diss.* und in *Müller*'s Archiv 1857, S. 51; *Erichsen, De textura nervi olfactorii. Dorpati* 1857. *Diss.*; *C. Balogh* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 42, S. 449 und *L. Clarke* in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 11, S. 37; *C. K. Hoffmann, Onderzoekingen over den anatomischen Bouw van de Membrana olfactoria en het peripherische uiteinde van den nervus olfactorius. Amsterdam* 1866. *Diss.*; S. *Exner* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 63, Abth. 2, S. 44 und Bd. 65, Abth. 3, Sep.-Abdr.; *Babuchin*'s Bearbeitung des Gegenstandes im *Stricker*'schen Werk S. 964. — 2) a. a. O. S. 194. — 3) *Sappey* in der *Gazette médicale de Paris*, 1853, *p.* 543; *Luschka* in *Müller*'s Archiv 1857, S. 323. — 4) *Todd* und *Bowman l. c. p.* 3 und *O. Kohlrausch* in *Müller*'s Archiv 1853, S. 149. Es ist dieses Gefässnetz namentlich an der unteren Muschel stark entwickelt, so dass ein förmliches Schwellgewebe entsteht.

§ 307.

Die *Regio olfactoria* (Fig. 572 links) bietet einen sehr merkwürdigen, aber ausserordentlich delikaten und veränderlichen Bau, dessen Ermittelung man nach dem Vorgange von *Eckard* und *Ecker* namentlich den Forschungen *Schultze*'s verdankt [1]. Von der Umgebung unterscheidet sie sich, abgesehen von den Differenzen der Farbe, auch durch grössere Dicke, eine abweichende Drüsenformation und nicht wimpernde Epithelialzellen.

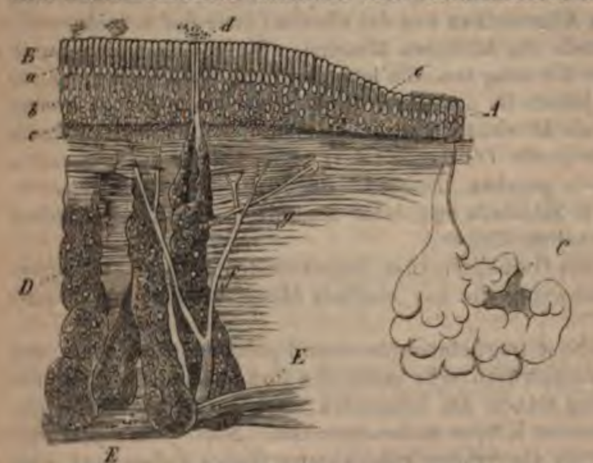


Fig. 572. Die *Regio olfactoria* des Fuchses in senkrechtem Durchschnitt (nach *Ecker*). *B* Die zylindrischen Epithelien derselben. *a* Lage der Kerne; *b* der Riechzellen; *c* des Pigmentes. *A* Das benachbarte gewöhnliche Flimmerepithelium; *e* die Grenze zwischen beiden. *C* Gewöhnliche traubige Schleimdrüse. *D Bowman*'sche Drüsen mit dem Gange *d*. *E* Ast des *Olfactorius*; *f* aufsteigende Zweige mit weiterer Theilung *g*.

Die betreffenden Drüsen (*D*) hat *Koelliker* nach ihrem Entdecker *Bowman* [2] benannt (§ 198). Dieselben gehören der Schlauchform an, erinnern an die *Lieberkühn*'schen, und kommen recht zahlreich in den mittleren Theilen der *Regio olfactoria* vor, um an ihrer Grenze spärlich zu werden, und endlich zu verschwinden. Die Gestalt ist bald die eines mehr gestreckten, bald nach unten etwas gewundenen Schlauches von verschiedener Weite und mit meist stark verengter Ausführungs-

stelle (*d*). Das Innere zeigt ziemlich grosse rundliche Drüsenzellen, meistens mit einem reichlicheren Inhalte kleiner gelblicher oder brauner Pigmentmoleküle, so dass hierdurch wenigstens zu einem Theile die eigenthümliche Färbung der *Regio olfactoria* erklärt wird. Diese *Bowman*'schen Drüsen (welche man in früherer Zeit irrthümlich ganz in Abrede gestellt hat [3]), kommen allen Säugethieren zu, und gehen auch dem Menschen nicht ab, wenngleich sie hier einen Uebergang zu den gewöhnlichen Drüsentrauben bilden (*Frey*, *Schultze*). Das Sekret der *Bowman*'schen Drüse ist im Uebrigen, was Mischung und physiologische Bedeutung betrifft, noch nicht erforscht.

So verhalten sich die Säugethiere und der menschliche Neugeborne (*Schultze*). Auch beim Erwachsenen pflegen wimperlose Stellen vorzukommen; doch wechseln sie in ihrer Ausdehnung bedeutend. Unter Umständen hat man jedoch die ganze *Regio olfactoria* von flimmernden Zylindern bekleidet getroffen (*Gegenbaur*, *Leydig* und *H. Müller*, *Welcker*, *Luschka*, *Henle* mit *Ehlers*).

Bedenkt man die so ungleiche Schärfe des Geruchs einzelner Personen, ebenso, dass häufig wiederkehrende Katarrhe Strukturveränderungen herbeiführen mögen, so wird jene Variabilität wohl begreiflich [4].

An der Grenze der *Regio olfactoria* erlischt allmählich das gewöhnliche Flimmerepithelium (Fig. 572. *A*), um einem nicht mehr geschichteten Ueberzuge langer zylindrischer Zellen (*B*) Platz zu machen [5]). Die betreffenden Zellen (Fig. 572. *B*, Fig. 573. 1. *a*. 2. *a*) ziehen sich nach unten in einen fadenartigen Ausläufer aus, der in das Bindegewebe herabsteigt, sich hier verbreitert zeigt, und nun weitere Verästelungen sowie Verbindungen mit den Nachbarn eingeht, so dass ein eigenthümliches Fasernetzwerk oder eine Art mehr homogener Platte entsteht [6]). Zugleich bleiben Lücken zwischen jenen zylindrischen Elementen übrig, welche zur Aufnahme einer andern, alsbald zu besprechenden Zellenformation dienen. Eigenthümlich ist das Vorkommen gelblicher oder bräunlicher Pigmentmoleküle im Inhalte unserer Zylinder, bald im oberen und breiteren Theile der Zelle (Fig. 573. 2. *a*), bald im tieferen unterhalb des Kerns und sogar nicht selten in dem verbreiterten Theile der Fortsätze (Fig. 572. *c*). Ersteres ist das Verhalten beim Menschen und manchen Säugethieren. Verbunden mit der Inhaltsmasse der *Bowman*'schen Drüsen führen diese gefärbten Körnchen das Kolorit der uns beschäftigenden Lokalität herbei.

Zwischen diesen sonach sicher epithelialen Zellen erscheint aber (und zwar bei allen Wirbelthieren) noch eine zweite Zellenformation (Fig. 573), abweichend in Gestalt und Mischung und von nervösem Charakter. Wir finden an ihr einen spindelförmigen, tiefer (aber in sehr verschiedener Höhe) gelegenen Zellenkörper (Fig. 573. 1. *b*. 2. *b*) mit bläschenförmigem Kerne und einem fein molekulären Inhalte. Von den beiden Polen dieses als eine nervöse Terminalzelle aufzufassenden und mit der Benennung der Riechzelle [7]) versehenen Gebildes entspringt mit entgegengesetztem Verlaufe je ein Fortsatz. Der herabsteigende (Fig. 573. 1. *d*. 2. *d*) ist von grösster Feinheit und Veränderlichkeit. Er bietet von Strecke zu Strecke kleine Anschwellungen dar, so dass man an die bekannten Varikositäten sehr feiner Nervenröhren (§ 176) erinnert wird. Der emporlaufende Fortsatz (1. *c*. 2. *c*) dagegen ist stärker und weniger knotig, vielmehr glattrandiger, ein 0,0018—0,0009^{mm} im Quermesser betragendes, schlankes Zylinderchen oder Stäbchen, welches an ein bald zu besprechendes Netzhautelement (s. u.) erinnert.

Diese Stäbchen steigen zwischen den zylindrischen Epithelialzellen bis zur Schleimhautoberfläche empor, um hier in differenter Art zu endigen. Beim Frosche und verwandten Amphibien (wo die Beobachtung eine leichte) trägt das freie Ende der Stäbchen einen Wald sehr langer Haare (Fig. 573. 1. *e*), von welchen ein Theil leicht wogende Bewegung darbieten, während andere, und zwar die längsten, ganz starr bleiben. Beide Varietäten dieser »Riechhärchen« scheinen übrigens durch Zwischenformen verbunden. Bei andern Amphibien und Vögeln kommen,

sei es in Mehrzahl, sei es einfach, ganz ähnliche und zuweilen noch längere Haare vor (*Schultze*), nicht mehr aber bei den Fischen. Auch bei Mensch und Säugethier

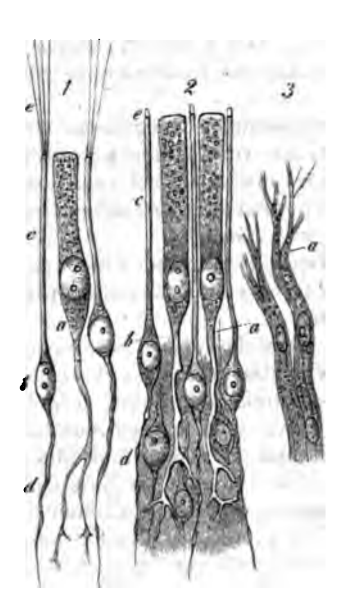


Fig. 573. 1 Zellen der *Regio olfactoria* vom Frosche. *a* Eine Epithelialzelle, nach unten in einen ramifizirten Fortsatz ausgehend; *b* Riechzellen mit dem absteigenden Faden *d*, dem peripherischen Stäbchen *c* und den langen Flimmerhaaren *e*. 2 Zellen aus der gleichen Gegend vom Menschen. Die Bezeichnung dieselbe; nur kommen auf den Stiftchen (als Artefakte) kurze Aufsätze *e* vor. 3 Nervenfasern des Olfaktorius vom Hunde; bei *a* in feinere Fibrillen zerfallend.

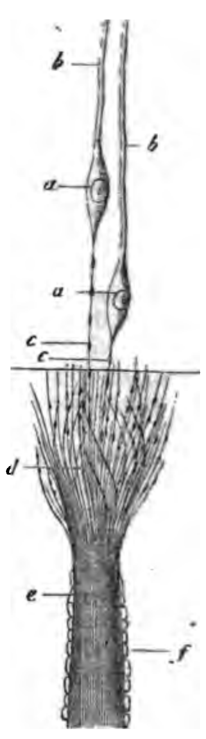


Fig. 574. Wahrscheinliche Endigung des Olfaktorius beim Hechte (nach *Schultze*). *a* Riechzellen; *b* Stäbchen; *c* unterer variköser Faden; *e* Axenfibrillen in der Scheide *f*; *d* Ausbreitung jener; bei — fehlende Verbindung mit den gleichen Fibrillen *c*.

dagegen sucht man vergeblich nach diesen paradoxen Flimmerzilien. Kleine Aufsätze von 0,0023—0.0045^{mm} Länge, welche auf dem freien Ende der Stäbe (Fig. 573. 2. *e*) erscheinen, und über die Endtheile der Zylinderzellen hervorragen, stellen nur Artefakte her.

Um die Bedeutung der sonderbaren Riechzellen mit ihren Ausläufern zu verstehen, müssen wir uns jetzt mit der Ausstrahlung des *N. olfactorius* bekannt machen.

Schon in einem vorhergehenden Abschnitte (§ 299) haben wir des Riechkolbens, *Tractus olfactorius*, gedacht, und erfahren, wie der Geruchsnerv in Gestalt blasser Faserbündel von eigenthümlichen klumpigen Massen der Unterfläche seinen Ursprung nimmt. Einzelne dunkle markhaltige Nervenfasern, welche man im Olfaktorius allerdings angetroffen hat (*Remak, Schultze*), sind wohl auf Anastomosen mit dem Trigeminus zu beziehen[8].

Die spezifischen blassen Olfaktoriusfasern stellen von kernhaltiger Scheide umschlossene, 0,0045—0,0074^{mm} dicke Elemente dar, deren Inhaltsmasse aber nicht ein einfacher Axenzylinder ist, sondern, wie *Schultze* fand, ein Bündel höchst feiner 0,0023—0,0005^{mm} messender variköser Primitivfibrillen mit einer zweiten Kernformation darstellt (vergl. § 175). Aehnliche feinste Fibrillen kommen auch in der grauen Masse des *Bulbus olfactorius* schon vor (*Walter, Schultze*).

In der Schleimhaut der *Regio olfactoria* erkennt man einige weitere spitzwink-

lige Astbündel der Riechnervenzweige (Fig. 572. *E. f*), welche dann in fernerem Fortgange endlich zur Spaltung jener (komplizirten) Nervenröhren führen. Letztere behalten noch eine Strecke weit die kernhaltige Scheide, bis schliesslich die feinen varikösen Fibrillen des Innern frei in das Gewebe ausstrahlen (*Schultze*).

Ihre Endigung ist zur Zeit allerdings noch nicht mit voller Sicherheit dargethan; doch dürfen wir mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass die variköse Primitivfibrille zuletzt in den unteren absteigenden Faden der Riechzelle übergeht, so dass also diese stäbchenführenden Körper die Terminalgebilde des Geruchsnerven darstellen[9]).

Unsere Fig. 574 kann uns eine derartige Anordnung in schematischer Darstellung versinnlichen, welche demnach wesentlich demjenigen verwandt ist, was der Geschmacksnerv in der Froschzunge dargeboten hat (§ 305).

Wir dürfen es indessen nicht verschweigen, der neueste gründliche Beobachter dieser Texturverhältnisse, *Exner*, ist zu einem anderen Ergebnisse gelangt.

Nach ihm stellen die beiderlei Elemente der *Regio olfactoria*, Riechzellen und Epithelialzylinder, durchaus nicht jene scharf geschiedenen Zellenformationen dar; sie sind vielmehr durch Zwischenformen mit einander verbunden.

Man begegnet ferner unter jenen Zellen einem (»subepithelialen«) protoplasmatischem Balkenwerk, dessen Lücken von Kernen ausgefüllt werden. In dieses (beim Menschen dünne) Netzwerk senken sich von oben herab die Ausläufer beiderlei Zellen verschmelzend ein. Von unten herauf steigend gehen aber auch die Olfaktoriusfasern in dasselbe über. Wir hätten demgemäss also eine intermediäre Nervenplatte[10]).

Die Entstehung des Geruchsorgans beim Embryo ist zwar in ihren gröberen, nicht aber den feineren Verhältnissen zur Zeit untersucht[11]).

Anmerkung: 1) a. a. O. Eigenthümliche Gebilde stellen die bei manchen Säugethieren vorkommenden sogenannten *Jacobson*'schen Organe her, blindsackige, von knorpliger Wand umschlossene Röhren, welche in der Substanz des Gaumens gelegen sind, und in die *Stenson*'schen Gänge einmünden. Sie erhalten einen Ast des Geruchsnerven, und gleichen in ihrer Textur der *Regio olfactoria* (*C. Balogh*) a. a. O. — 2) S. *Koelliker*'s Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 767. — 3) Es ist dieses von *Seeberg* und *Hoyer* in ihren Dissertationen geschehen. Die Auffindung der *Bowman*'schen Drüsen ist indessen verhältnissmässig leicht. — 4) *Leydig* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 5, S. 18; *Koelliker* in der 5. Aufl. seines Handbuchs S. 742. — 5) Ueber die Epithelialbekleidung der menschlichen *Regio olfactoria* vergl. man die *Schultze*'sche Monographie S. 70; ferner *Gegenbaur*, *Leydig* und *H. Müller* in den Würzb. Verhdlgen Bd. 5, S. 17; *Welcker* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 20, S. 173; *Luschka* im Centralbl. 1864, S. 337, sowie die Mittheilungen *Schultze*'s ebendas. No. 25; *Henle* (und *Ehlers*) in dessen Eingeweidelehre S. 831, Note 2. Im J. 1865 hatte ich ebenfalls die Gelegenheit, etwa 2 Stunden nach dem Tode die *Regio olfactoria* eines Mannes in den dreissiger Jahren zu untersuchen. Hier waren die Zellen in nicht unbeträchtlicher Ausdehnung wimperlos. — 6) Den Mangel der Flimmerhaare auf den zylindrischen Zellen der *Regio olfactoria* erkannten zuerst *Todd* und *Bowman* (*l. c. p.* 5); die genaueste Verfolgung des Gegenstandes verdankt man *Schultze*. — 7) *Ecker* bezeichnete sie ursprünglich als »Ersatzzelle«. — 8) S. *Remak*, Ueber ein selbständiges Darmnervensystem. Berlin 1847, S. 32 und die *Schultze*'sche Monographie S. 62. — 9) Die feinsten Fädchen am unteren Ende der Riechzellen und die Fibrillen, welche durch Ausstrahlung des Olfaktorius frei geworden sind, gleichen sich in jeder Beziehung auf das Vollständigste. Die Schwierigkeit der Untersuchung hat aber bis zur Stunde noch nicht ermöglicht, den kontinuirlichen Uebergang darzuthun, so dass also die in unserer Fig. 574 mit einem Querstrich bezeichnete Stelle die Lücke versinnlicht. — 10) *Babuchin* schliesst sich dagegen an *Schultze* an. — 11) Wir verweisen auf die *Koelliker*'schen Vorlesungen über Entwicklungsgeschichte S. 325.

§ 308.

Das Sehorgan[1]) wird hergestellt von dem Augapfel, zu welchem eine Reihe äusserer akzessorischer Gebilde hinzukommen. Diese bestehen aus häutigen Theilen, den Augenlidern, aus drüsigen, namentlich der Thränendrüse, sowie aus bewegender Muskulatur (Augenmuskeln).

Der Augapfel, *Bulbus oculi* (Fig. 575), wird im Wesentlichen hergestellt von einem Kapselsysteme, dessen hinterer grösserer Theil die undurchsichtige Sklera (*a*) bildet, während die vordere kleinere und transparente Partie die Hornhaut, *Cornea* (*b*) ist; aus einem ihm nach innen aufliegenden geschwärzten Hautsysteme, der *Uvea*, welche aus der *Chorioidea* (*e*) mit den Ziliarfortsätzen (*g*) und dem Spannmuskel (*f*), sowie aus der Blendung oder Iris (*h*) besteht. Erfüllt ist der Innenraum der Hohlkugel von den brechenden Medien. Diese, welchen als vorderster Theil die Hornhaut hinzugerechnet werden muss, bestehen aus der Flüssigkeit der Augenkammern (vor *l*), aus der Krystalllinse (*l*) und aus dem Glaskörper (hinter *l*). Den grösseren Theil des letzteren bedeckt die becherförmige Ausbreitung des Sehnerven (*i*), die Netzhaut.

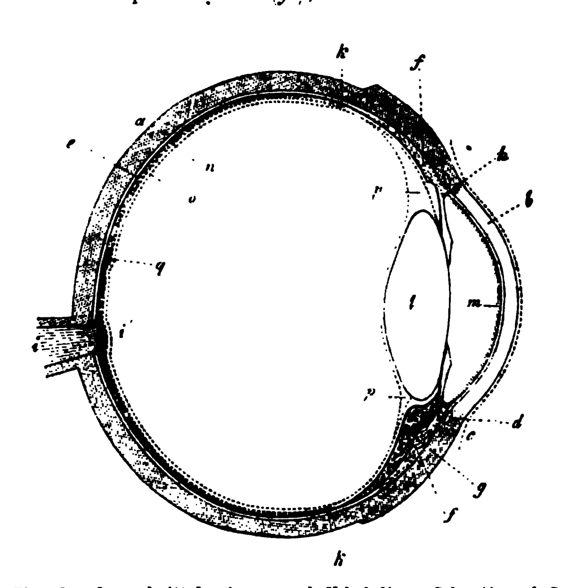


Fig. 575. Querschnitt des Auges nach *Helmholtz*. *a Sclerotica; b Cornea; c Conjunctiva; d Circulus venosus iridis; e Tunica chorioidea* und *Membrana pigmenti; f M. ciliaris; g Processus ciliaris; h Iris; i N. opticus; i Colliculus opticus; k Ora serrata retinae; l* Krystalllinse; *m Tunica Descemetii; n Membrana limitans retinae; o Membrana hyaloidea; p Canalis Petiti; q Macula lutea.*

Zu diesen Theilen gesellt sich ein komplizirtes (fast ausschliesslich von der *Arteria ophthalmica* stammendes Gefässsystem[2]). Man kann mehrere Abtheilungen desselben unterscheiden mit besonderen Zu- und Abflussröhren, aber untereinander in Verbindung stehend. Es sind diese *a*) das Gefässsystem der Retina, *b*) das Ziliargefässsystem und *c*), soweit der Augapfel von der Bindehaut überkleidet wird, das Konjunktivalgefässsystem.

Anmerkung: 1) Man vergl. das Werk von *Brücke*, Anatomische Beschreibung des menschlichen Augapfels. Berlin 1847; *Bowman, Lectures on the parts, concerned in the operations on the eye etc. London* 1840; *R. Loewig* in *Reichert's* Studien des physiol. Instituts zu Breslau, S. 118; *Henle's* Eingeweidelehre S. 576; *Ecker's Icon. phys. Tab.* 20 (und *Tab.* 18, *Fig.* 13—15). — 2) S. die schöne Arbeit von *T. Leber* in den Wiener Akademieschriften Bd. 24, S. 297.

§ 309.

Die Sklera, die harte oder weisse Haut des Augapfels[1]), gehört der grossen Gruppe fibröser Häute an (S. 231). Gleich diesen stellt sie eine gefässarme, innige Verflechtung von Bindegewebebündeln dar, welche neben den bindegewebigen Fibrillen zahlreiche feinere elastische Fasern zeigen, die besonders an der konkaven Innenfläche reichlicher auftreten. Die Verwebung der Bindegewebebündel ist eine eigenthümliche, indem das eine durch Anastomosen vereinigte Bündelsystem meridianartig von der Eintrittsstelle des Sehnerven aus nach vorne gegen den Hornhautrand hin verläuft, und das andere parallel dem Aequator des Augapfels angeordnet ist. Es entsteht also eine rechtwinklige Durchkreuzung der Faszikel (*Loewig*).

Nahe an der Vereinigungsstelle mit der Hornhaut durchzieht die Innenfläche

der Sklera ein komplizirter **ringförmiger Sinus**, ein förmliches zirkuläres Geflecht venöser Stämmchen (Fig. 575, *d*). Es ist dieses der *Canalis Schlemmii*, auf welchen wir bei dem Gefässsystem der Chorioidea zurückkommen müssen. Nach hinten hängt die Aussenpartie der Sklera durch ihre meridianartigen Bündel direkt mit der von der harten Hirnhaut abstammenden äusseren Scheide des Sehnerven zusammen. Ebenso kommen Verbindungen der inneren neurilemmatischen Massen des *Opticus* mit der *Lamina cribrosa* und dem Innentheile der Sklera vor. Vorne treten in das Gewebe letzterer, und zwar ihrer Meridianbündel, noch die Sehnen der geraden Augenmuskeln verstärkend ein, während diejenigen der *Obliqui* schon im hinteren Segmente mit den äquatorialen Faszikeln sich vereinigen. Wie schon erwähnt, ist die harte Augenhaut arm an **Gefässen**, und mit ihren feinen Kapillaren ziemlich weitmaschige Netze (*Brücke*) bildend. Wir werden ihrer später nochmals im Zusammenhang mit dem Blutgefässsystem des Bulbus zu gedenken haben. **Nerven** wollte man beim Kaninchen erkannt haben [*Rahm* [2])].

Die **Hornhaut**, *Cornea* (Fig. 576. *a*), mit ihren beiden glashellen Grenzhäuten (*b. c*) fand schon früher (§ 133) eine ausführliche Erörterung. Ebenso wurde des geschichteten Plattenepithelium der vorderen Fläche (*d*), welches man mit dem Namen des **Bindehautblättchens der Hornhaut** bezeichnete, sowie des einfachen Zellenüberzugs der Hinterfläche (*e*) gedacht (§ 87 und 88).

Fig. 576. Die Hornhaut des Neugeborenen in senkrechtem Durchschnitt (aber bedeutend verkürzt gehalten). *a* Hornhautgewebe; *b* vordere, *c* hintere glashelle Lage; *d* geschichtetes Plattenepithelium der vorderen und *e* einfache Epitheliallage der hinteren Fläche.

Ihr eigenthümliches chondrigenes [3]) Gewebe geht, an der Peripherie sich ändernd, in das gewöhnliche kollagene Bindegewebe der Sklera über, und zwar in die meridianartigen Faserzüge der letzteren [4]). An ihren Rändern erleidet die *Descemet*'sche Haut eine eigenthümliche Umwandlung zu streifigen membranösen Massen, welche ein verschiedenes Geschick haben. Die äusseren gehen theilweise in die hintere Wand des *Schlemm*'schen Kanals über, theils verlieren sie sich in den Spannmuskel der Chorioidea, und die inneren endlich zerfallen in Balken und Stränge, welche frei durch die vordere Augenkammer verlaufen, und hier in dem Irisgewebe verschwinden. Sie bilden so das *Ligamentum pectinatum* der Iris (s. diese).

Beim erwachsenen Menschen erscheint die Hornhaut fast ganz frei von **Blutgefässen**, indem nur eine schmale (1,1—2,3^{mm} starke) Randzone derselben als Rest eines früheren ausgedehnteren Vorkommens auf der Vorderfläche übrig geblieben ist. Feine Kapillaren (welche von den vorderen Ziliararterien stammen) mit einem Kaliber von 0,0090—0,0045^{mm} bilden eine einfache oder doppelte Reihe von Endschlingen. Diese reichen ebensoweit, als der faserige Theil der Konjunk-

tiva über den Hornhautrand übergreift. Bei Säugethieren pflegen sie eine breitere Zone herzustellen; zu ihnen kommen dann noch tiefere feine Haargefässe hinzu, welche von den Gefässen der Sklera selbst herrühren. Sie begleiten die eintretenden Nervenstämmchen, und endigen ebenfalls in Schleifen[5].

Ob der Hornhaut ein lymphatisches Kanalwerk zukommt, ist trotz manchfacher Untersuchungen noch immer nicht entschieden[6]. Dass die so schwierig zu ergründende Haut von einem System von Gängen durchzogen ist, welche kontraktile und wandernde Zellen beherbergen, und sich durch grosse Dehnbarkeit auszeichnen, und welchen wohl eine modifizirte Grenzschicht zuerkannt werden muss — alles dieses hat bereits § 133 erwähnt. Ebenso gedachten wir schon damals der Thatsache, dass jenes Kanalwerk einer künstlichen Injektion fähig ist, wobei man bald stark ausgedehnte (*Corneal tubes*), bald feinere Gänge gewinnt (*Bowman*, *Recklinghausen*, *Leber*, *Schweigger-Seidel*, *Lavdowsky*). Die Thatsache, dass man von ihnen aus schliesslich die Lymphgefässe der Konjunktiva zu füllen vermag, scheint indessen die Natur jenes Lakunensystems als eines lymphatischen noch nicht streng zu beweisen.

Die manchfach durchmusterten Nerven der Hornhaut[7] stammen beinahe ausnahmslos von den Ziliarnerven, und zeigen eine doppelte Endigungsweise, eine epitheliale und intrakorneale. Sie treten vom Rande her als eine beträchtliche Anzahl von Stämmchen ein. Beim erwachsenen Menschen findet man gegen 60 derselben von $0{,}02—0{,}055^{mm}$ Dicke (*Hoyer*), während der Neugeborne ihrer nur 30—34 darbieten soll (*Sämisch*).

In der Nähe des Kornealrandes führen jene bald dickeren, bald dünneren Stämmchen zwar schon feine ($0{,}0045—0{,}0023^{mm}$ messende), aber noch deutlich markhaltige Primitivfasern. Das Perineurium ist reich an Kernen.

Rasch unter zunehmender Verfeinerung verlieren unsere Nervenfasern ihre Markscheide, und werden (bald näher, bald ferner vom Hornhautrande) mit einem Male zu blassen (bis auf $0{,}0009^{mm}$ verfeinerten) Fädchen, an welchen Reagentien Varikositäten sichtbar machen können. Die Faserbündel halten die Richtung zugleich nach dem Zentrum und der Vorderfläche der Kornea ein, bilden zahlreiche Theilungen und durch Vereinigung der Zweige ein Nervengeflecht, stellenweise mit Kernen an den Knotenpunkten. Hierbei wird eine Vermehrung jener feinen Nervenfädchen unverkennbar. Sie scheinen zuletzt in Primitivfibrillen zu zerfallen.

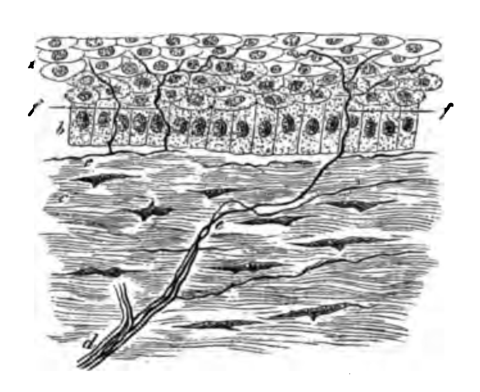


Fig. 577. Hornhaut des Kaninchens im senkrechten Durchschnitt. *a. b* Epithel; *d* ein Nervenstämmchen; *e. f* feine variköse Nervenfasern und subepitheliale Verbreitung; *f* Ausbreitung und Endigung im Epithel.

Solcher Nervengeflechte liegen mehrere übereinander. Das vorderste derselben mit seinen dünnen Faserbündeln galt früheren Beobachtern, wie *His*, als Terminalnetz[8]. Aus ihm (Fig. 577) erheben sich Faserbündel, welche aufsteigend die Vorderfläche der Hornhaut durchbohren (*Hoyer*, *Cohnheim*), und unter quastenförmigem Zerfall das schon früher (§ 187) erwähnte radiäre subepitheliale Nervengitter oder nach *Hoyer* »Nervenplexus« bilden, dessen senkrecht aufsteigende Fasern im Epithel enden (*Cohnheim*).

In den Randtheil jenes Nervengitters senken sich im Uebrigen noch andere Zweige ein, welche, mit den Gefässchen in die Hornhaut gelangt und mehr steil aufsteigend, dort ebenfalls an den Geflechtbildungen sich betheiligend, zur Vorderfläche der Hornhaut gezogen sind.

Neben dieser sensiblen Nervenausstrahlung besitzt die Hornhaut feine plexusartige noch tiefere Nervenausbreitungen. Für den Frosch hatte vor Jahren *Kühne* einen Uebergang ihrer varikösen Terminalfäden in die Hornhautzellen behauptet [9]. Man konnte dieses nicht bestätigen (*Koelliker*, *Engelmann*, *Hoyer*). Auch hier dürften die Primitivfibrillen wenigstens theilweise mit freien Enden aufhören. Sie kommen in der hintersten Lage der Hornhaut nur ganz selten, in der mittleren spärlich, reichlicher nach vorne vor. Hier hat beim Menschen *Hoyer* einen unter der *Lamina elastica anterior* gelegenen Plexus untersucht [10].

Anmerkung: 1) a. a. O. S. 123. Man s. ferner *Koelliker*'s Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 606. — 2) S. dessen Aufsatz in den Mittheilungen der naturf. Gesellsch. in Zürich Bd. 2, S. 86; ebenso vergl. man *Bochdalek* in der Prager Vierteljahrschrift 1849, Bd. 4, S. 119; *Hoyer* (a. a. O. S. 225) konnte sich von der Existenz besonderer Sklera-Nerven nicht überzeugen. Für dieselben (beim Frosch) trat *C. Helfreich* (Ueber die Nerven der Konjunktiva und Sklera. Würzburg 1870) ein. — 3) *P. Bruns* (*Hoppe*'s med.-chem. Untersuchungen, Heft 2, S. 260) welcher Myosin und ein Kalialbuminat aus der Hornhaut gewann, fand die Substanz derselben dem Chondrin zwar nahe verwandt, aber nicht ganz identisch. Sie lieferte z. B. mit Salzsäure erhitzt keinen Knorpelzucker. Man vergl. noch *Kühne*'s physiol. Chemie S. 386. — 4) *Loewig* a. a. O. S. 131. — 5) Ueber die Hornhautgefässe herrscht seit langer Zeit Verschiedenheit der Ansichten. Ihre Literatur ist eine sehr reiche, worüber wir auf *J. Arnold*, Die Bindehaut der Hornhaut und der Greisenbogen. Heidelberg 1860, S. 11 verweisen. Man hat manchfach hier sogenannte *Vasa serosa* (§ 209) annehmen wollen. In dem Umstande, dass die Kornea unter krankhaften Verhältnissen nicht selten Gefässe zeigt, und dass zuweilen dieselben sehr rasch erscheinen, schien jene Ansicht eine Stütze zu finden. In der Fötalperiode erstreckt sich dagegen über die Vorderfläche der Hornhaut ein entwickeltes Kapillarnetz, wie *J. Müller* fand (s. *Henle*, *De membrana pupillari aliisque oculi membranis pellucentibus. Bonnae* 1832. *Diss.*). — 6) Neben der § 133, Anm. erwähnten Literatur vergl. man noch *Leber* in den Monatsbl. für Augenheilkunde 1866, S. 17. Frühere Mittheilungen über Lymphgefässe der Hornhaut rühren her von *Koelliker* (Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 621) und *His* (a. a. O. S. 71). Ein den Hornhautrand gleich dem Blutgefässsystem einnehmendes lymphatisches Netzwerk beschreibt für den Menschen *Teichmann* (a. a. O. S. 66 und 68). Neuere Mittheilungen machte *Lavdowsky* im Archiv für mikr. Anat. Bd. 8, S. 538. — 7) Die Nerven der Hornhaut entdeckte *Schlemm* (Berliner enzykl. Wörterbuch Bd. 4, S. 22). Man s. *Bochdalek* in dem Bericht über die Versammlung der Naturforscher in Prag von 1837, S. 182; *Valentin*, *de functionibus nervorum. Bern et Sangall.* 1839, *p.* 19; *Pappenheim* in *Ammon*'s Monatsschrift 1839, S. 281; *Purkinje* in *Müller*'s Archiv 1845, S. 292; *Koelliker* in den Züricher Mittheilungen Bd. 1, 2, S. 89; *Rahm* a. a. O. S. 86; *Luschka* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. Bd. 10, S. 20; *His l. c.* S. 59; *T. Sämisch*, Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie des Auges. Leipzig 1862; *J. V. Ciaccio* im *Quart. Journ. of microsc. science.* 1863, *Transact. p.* 77; *Kühne*, Untersuchungen über das Protoplasma S. 132. Die neuesten Arbeiten von *Hoyer*, *Cohnheim*, *Koelliker*, *Engelmann* und *Lavdowsky* sind von uns schon S. 342 erwähnt worden. — 8) Als eines eigenthümlichen Vorkommnisses bei Maus, Ratte und Kaninchen gedenkt *Sämisch* noch feiner Nervenbündel, welche in das Netzwerk nicht eintreten, und von schlauchartigen Gebilden umschlossen sind. Ueber sie ist bis zur Stunde noch keine sichere Entscheidung zu gewinnen gewesen. — 9) S. dessen Schrift: Untersuchungen über das Protoplasma S. 132. — 10) a. a. O. § 236. Der Verf. hat ihn als »subbasalen« bezeichnet.

§ 310.

Bei weitem zusammengesetzter fällt das System der *Uvea* oder *Tunica vasculosa* mit den einzelnen oben erwähnten Bestandtheilen aus.

Die *Chorioidea* in üblicher Auffassung besteht aus einer äusseren Faserhaut und einem inneren Ueberzuge ungeschichteten pigmentirten Plattenepithelium, welches freilich, wie die Entwicklungsgeschichte gelehrt hat, der *Retina* zuzuzählen ist.



Fig. 578. Sogenannte polyedrische Pigmentzellen von der Chorioidea des Schafs; *a* Mosaik der sechseckigen Zellen; bei *b* eine grössere achteckige.

Letzteres (Fig. 578) hat (§ 150) schon früher seine Erörterung gefunden. Da wir bei der Netz-

haut (s. u.) nochmals dieser Zellen zu gedenken haben, verweisen wir auf einen späteren §.

Abgesehen von jener Zellenbekleidung besteht unsere Haut aus mehreren, allerdings nicht scharf von einander geschiedenen Lagen.

Zu innerst erscheint eine **glashelle Grenzschicht**[1], in der Tiefe des Auges glatt und nur 0,0006—0,0008mm dick, nach vorne jedoch dicker und mit unebener Innenfläche[2].

Als folgendes Stratum erhalten wir die sogenannte ***Choriocapillaris***, ein ungemein dichtes Netz kernführender Haargefässe (deren § 311 weiter zu gedenken hat), eingebettet in eine einfache bindegewebige Verbindungsmasse. Unser Stratum erstreckt sich bis zur Ora serrata.

Die dritte Schicht, die **eigentliche *Chorioidea***[3], besteht aus einem Netzwerk verzweigter, sternförmiger oder unregelmässig ausgezackter Bindegewebezellen mit bald kürzeren, bald längeren fadenförmigen Ausläufern, welche sich durch ihre grosse Neigung, dunkle, namentlich schwarze Pigmentmassen aufzunehmen, auszeichnen (Fig. 579). Dieser »**sternförmigen Pigmentzellen**« ist beim Bindegewebe (S. 224) gedacht worden. Was aber jene Lage ferner aus-



Fig. 579. Pigmentirte Bindegewebekorper (sogenannte sternförmige Pigmentzellen) aus der *Lamina fusca* des Säugethierauges.

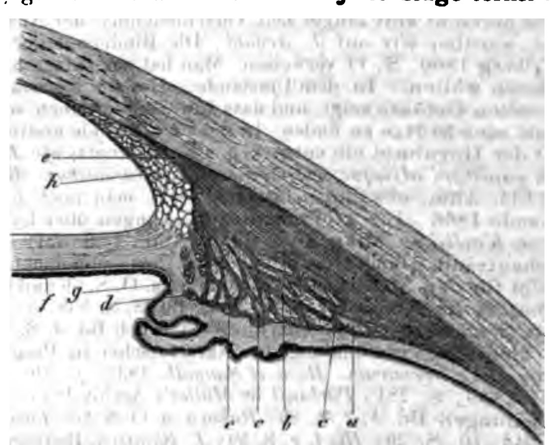


Fig. 580. Durchschnitt durch die Ziliarregion des Auges vom Menschen (nach *Iwanoff*). *a* Radiäre Bündel des Ziliarmuskels; *b* tiefere Bündel; *c* kreisförmiges Geflecht; *d* ringförmige Züge *Müller*'s; *e* Sehne des Ziliarmuskels; *f* Muskeln an der hinteren Seite der Blendung; *g* Muskulatur am Ziliarrand derselben; *h ligamentum pectinatum*.

zeichnet, ist ein ungemeiner Reichthum an arteriellen und venösen Gefässen. Erstere zeigen eine stark entwickelte Muskelschicht; auch Längszüge glatter Muskeln, welche jene arteriellen Zweige begleiten, kommen im hinteren Segmente der *Chorioidea* vor (*H. Müller*), ebenso Lymphoidzellen [*G. Haase*[4]].

Nach aussen endlich setzt sich das Chorioidealgewebe als eine weiche bräunliche Verbindungssubstanz gegen die Sklera fort, und heisst ***Lamina fusca*** oder ***Suprachorioidea***.

Nach vorne geht die Chorioidea bekanntlich in den **Strahlenkranz**, ***Corpus ciliare***, mit den zahlreichen, nach innen einspringenden **Ziliarfortsätzen**, ***Processus ciliares***, über. Diese Gebilde sind bekleidet von dem gleichen pigmentirten Plattenepithelium. Es ist aber hier zu einer Schichtung desselben (mit wenigstens doppelter Lage) gekommen (S. 150).

An und in dem Strahlenkranz, dessen Gewebe dem der Chorioidea gleicht (obgleich pigmentirte Bindegewebekörperchen spärlich werden), und auch das zarte Grenzhäutchen derselben besitzt, erscheint ein eigenthümlicher glatter Muskel, ***M. ciliaris***, **Anspanner der Chorioidea**, ***Tensor chorioideae*** (Fig. 575. *f*), dessen Entdeckung man *Brücke*[5] und *Bowman*[7] verdankt, während *H. Müller*[8]

später noch ein wichtiges Stück hinzubrachte. Früher wurde dieser jetzt vielfach durchmusterte [9]) Muskel unter dem Namen des *Ligamentum ciliare* für einfaches Bindegewebe genommen.

Derselbe (Fig. 580) entspringt an der Grenze von Kornea und Sklera aus dem Bindegewebe (*e*), welches die Innenwand des *Schlemm*'schen Kanals bildet; seine Ausstrahlung verliert sich im Gewebe des Strahlenkranzes. Seine Faserbündel halten von jener Ursprungsstelle aus dicht gedrängt einmal eine radienartige oder meridionale Verlaufsweise (*a*) nach hinten ein, und verlieren sich in den äusserlichen Theil des *Corpus ciliare*. Eine dünne Fortsetzung der sogenannten *Suprachorioidea* trennt sie hier von der Sklera (*Henle*, *Schulze*). Nach einwärts dagegen löst sich jene derbe Muskelplatte in ein fächerförmig verbreitertes grossmaschiges, dünnbalkiges Netzwerk (*b*) auf, welches jedoch zuletzt die Richtung ändert, und zum kreisförmigen Geflechte wird. Nach einwärts endlich (*d*) erscheint der sogenannte *Müller*'sche Ringmuskel. Es sind mässig starke Züge; die vorderen ganz selbstständig, die hinteren aus dem erwähnten Muskelnetz hervorgegangen.

So verhält sich der *M. ciliaris* des Menschen. Bei Säugern erscheint er durchaus geflechtartig (*Flemming*). Noch am stärksten besitzen ihn die Raubthiere, schwächer die Wiederkäuer und namentlich die Nager. Wenn auch noch über Einzelheiten des Mechanismus Zweifel herrschen, so steht es doch fest, dass der Ziliarmuskel bei der Akkommodation des Auges eine wichtige Rolle spielt.

Fig. 581. Flächenansicht der menschlichen Iris (nach *Iwanoff*). *a* der Sphinkter, *b* der Dilatator der Pupille.

In der Regenbogenhaut, Blendung oder *Iris*, erscheinen die Bindegewebezellen der ganzen Uvea wieder. Sie sind jedoch in blauen Augen pigmentfrei, in anders gefärbten, dunkleren mehr oder weniger mit bald helleren, gelblichen und bräunlichen, bald dunkleren, schwärzlichen Körnchen erfüllt. Zwischen ihnen aber ist die Grundmasse nicht mehr homogen, sondern streifig und fibrillär zerfallen, und somit ein ächtes Bindegewebe geworden.

Die muskulöse Natur der Blendung ist schon seit längerer Zeit bekannt. Wir treffen einmal am Pupillarrande derselben, jedoch mehr im hinteren Theile der Wand, den sogenannten Schliessmuskel, *Sphincter pupillae*, ein System ringförmig angeordneter Bündel glatter Muskulatur, beim Menschen von 0,8—1^{mm} Breite (Fig. 581. *a*). Aus jenem Sphinkter entspringen, wie jedes weisse Kaninchen lehrt, andere getrennte Bündel kontraktiler Faserzellen, welche, wiederum mehr nach hinten gelegen, in radienförmigem Verlaufe das Gewebe durchziehen.

Nicht so aber beim Menschen.

Allerdings tritt auch hier der Erweiterer aus jenen ringförmigen Zügen des Schliessmuskels als Fortsetzung hervor. Anfänglich, noch im Bereiche des letzteren, erkennt man getrennte bogenartig verflochtene Bündel theils im Ringmuskel, theils hinter demselben befindlich. Nach Ueberschreitung jener kreisförmigen Muskulatur treten jene radiären Züge zu einer ganz zusammenhängenden, die hintere Wand der *Iris* einnehmenden Muskelplatte mit regelmässiger Faserlage zusammen (*b*). Am Ziliarrande kommt es schliesslich zu einer Ringschicht, indem aus den Muskelplatten dickere und dünnere Bündel hervorgehen, welche sich mehrfach durchflechten (*Iwanoff*, *Jeropheeff*, *Merkel*). Die Irismuskulatur hängt im Uebrigen mit dem Ziliarmuskel nicht zusammen.

Jene Radiärfasern stellen also den Erweiterer, *Dilatator pupillae*, her [10]),

Das Muskelgewebe der Blendung, bei Mensch und Säugethier ein glattes, besteht in interessanter Weise bei den Vögeln und beschuppten Amphibien aus quergestreiften Fasern.

Noch ein weiteres Gewebeelement empfängt die Blendung an der Peripherie ihrer Vorderfläche durch das sogenannte *Ligamentum pectinatum iridis* (*Huek*) (§ 309).

Seine Fasermassen, aus einer Umwandlung der *Membrana Descemetica*, wie wir früher erfuhren, hervorgegangen, und anfänglich mit dem normalen Epithel jener Haut bedeckt, beginnen in der Nähe des Kornealrandes als ein feines Netzwerk, welches dann an der Grenze der Hornhaut selbst in ein Geflecht stärkerer Balken sich umformt, die frei durch die Randpartie der vorderen Augenkammer durchtreten, die Vorderfläche der Blendung erreichen, und in deren Gewebe sich verlieren.

Das *Ligamentum pectinatum* umschliesst einen ringförmigen, allerdings von Faserzügen durchsetzten Raum, den *Fontana*'schen Kanal (Fig. 580, bei *h*).

Ueber die Natur jener Fasermassen ist noch keine Uebereinstimmung erzielt worden. Beim Menschen scheinen sie durch ihr chemisches Verhalten sich dem elastischen Gewebe anzunähern, ohne jedoch die Resistenz desselben zu gewinnen, während man bei Säugethieren mehr das Verhalten des Bindegewebes, bei Vögeln dagegen die Reaktionen des elastischen Gewebes erhalten haben will.

Wahrscheinlich ist hier ursprünglich ein Zellennetz vorhanden gewesen [11].

Die Iris trägt an ihrer hinteren Fläche den geschichteten Ueberzug pigmentirter Plattenepithelien, an der vorderen einen einfachen farbloser polyedrischer und rundlicher Zellen [12]. Dieselben setzen sich dann in vereinzelten Zügen über die Balken des *Ligamentum pectinatum iridis* fort.

Indem wir die Erörterung des Gefässsystems der Uvea dem folgenden § vorbehalten, reihen wir hier die Nerven derselben an. Dieselben, *Nervi ciliares*, kommen vorwiegend der Iris und dem Ziliarmuskel zu, und stellen 14—18, grösstentheils vom *Ganglion ciliare* abstammende Stämmchen dar.

Nach Durchbohrung der Sklera verlaufen sie durch die äusserste Schicht der Aderhaut nach dem Ziliarmuskel, und geben hierbei ein oder zwei Stämmchen für die Chorioidea selbst ab. Letztere stellen oberflächlichere und tiefere Geflechte her. Die Nervenfasern, feinerer Natur, zeigen sich theils markhaltig, theils blass. Ansammlungen von Nervenzellen bilden kleine Ganglien an diesen Chorioidealnerven (*H. Müller* und *C. Schweigger*, *Sämisch*).

Weit erheblicher gestaltet sich der Nervenreichthum des *Musculus ciliaris*. Schon vor dem Eintritt in denselben haben die Ziliarnerven mehrfache Theilungen erfahren, und in demselben stellen sie dann ein ganglionäres Ringgeflecht, den *Orbiculus gangliosus* her, welcher nach *C. Krause*'s und *H. Müller*'s Beobachtungen wiederum Ganglien darbietet [13].

Jenes Geflecht sendet Nervenfasern zur Muskulatur des *Tensor chorioideae*, gibt ferner die S. 642 erörterten Nerven für die Hornhaut, und liefert endlich den Nervenbedarf der Blendung [14].

In letzteren Theil aber treten von der ganzen Peripherie her Stämmchen dunkelrandiger, mittelfeiner und feiner Fasern ein, theilen sich bald gablig, um nach weiterem konvergentem Verlaufe in der peripherischen Partie der Iris mit Reihen querer anastomotischer Zweige die Bildung eines höchst verwickelten Nervengeflechtes zu beginnen. Von ihm nämlich treten einmal rücklaufende, zum Ziliarrande ziehende Aestchen ab, dann andere, welche mehr nach innen gerichtet sind. Durch sie wird ein unregelmässiges Netzwerk anfangs markhaltiger, später markloser, 0,0045—0,0023^{mm} messender Nervenfasern mit dreieckigen Verbreiterungen in manchen Knotenpunkten hergestellt. Dieser Plexus setzt sich dann in ein Geflechte feinster, 0,0020—0,0018^{mm} starker Fädchen fort. Ob hier ein Terminalnetz vorliegt, bedarf weiterer Untersuchungen.

Während das geschilderte Nervengeflecht mehr der hinteren Iriswand angehört, breitet sich ein anderes über die Vorderfläche aus. Möglicherweise sind seine (breiteren) Elemente sensibler Natur.

Endlich erhalten wir noch einen den Sphinkter durchziehenden Plexus, dessen Fasern anfangs noch markhaltig, später blass erscheinen.

Anmerkung: 1) Dieses Häutchen wurde von *Bruch* entdeckt (Untersuchungen zur Kenntniss des körnigen Pigmentes, S. 6). Man vergl. ferner *Koelliker* (Mikrosk. Anat. S. 630) und *Luschka* (Seröse Häute S. 45), *Henle* (Eingeweidelehre, S. 620). — 2) Vergl. *A. Iwanoff* im *Stricker*'schen Buche S. 1035. — 3) Eine höchst eigenthümliche und zwar häufige Bildung ist die Tapete des Säugethierauges, eine hinter der Choriocapillaris gelegene farblose glänzende Stelle, welche zwischen der innersten, die Kapillaren führenden und der mittleren, die grösseren Gefässe enthaltenden Lamelle der Chorioidea gelegen ist. Bei den Wiederkäuern, dem Pferde, Elephanten etc. besteht sie aus zierlichen und regelmässig wellenförmig angeordneten Bindegewebebündeln, deren Wellenbeugungen Interferenzfarben erzeugen. Bei den Fleischfressern und Robben besteht sie dagegen in völlig anderer Weise aus glatten, rundlich eckigen, gekernten Zellen. Die Zellsubstanz besitzt aber (*Schultze*) eine sehr merkwürdige Struktur. Sie besteht nämlich aus äusserst feinen spiessigen doppelbrechenden Krystallen, welche gruppenweise in den Zellen liegen. Jede dieser Gruppen reflektirt bei bestimmtem Einfallswinkel das Licht in einer anderen Interferenzfarbe. Ueber der Tapete erscheinen die Epithelialzellen im Allgemeinen frei von Pigmentmolekeln. Man vergl. *Brücke* in *Müller*'s Archiv 1845, S. 387 und Beschreibung des Augapfels S. 54, ferner *Schultze* im Centralblatt 1872, S. 582. — 4) S. Archiv für Ophthalmologie Bd. 14, Abth. 1, S. 66. — 5) Der Name »Suprachorioidea« rührt von *Eschricht* (*Müller*'s Archiv 1838, S. 588) her. — 6) S. *Müller*'s Archiv 1846, S. 370. — 7) *Todd* und *Bowman* a. a. O. *Vol.* 2, *p.* 27. — 8) Archiv für Ophthalmologie Bd. 3, S. 1. — 9) Zur Literatur erwähnen wir *Arlt* im Archiv für Ophthalmologie Bd. 3, Abth. 2, S. 87; *Mannhardt* ebendaselbst Bd. 4, Abth. 1, S. 277; *G. Meyer* in *Virchow*'s Archiv Bd. 36, S. 380; *Henle*'s Eingeweidelehre S. 624; *Schulze* im Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 3, S. 477 und *W. Flemming* in der gleichen Zeitschrift Bd. 4, S. 353; *Iwanoff* und *Rollett* im Archiv für Ophthalmologie Bd. 15, 1, S. 17; *Iwanoff* ebendaselbst, Abth. 3, S. 284; *B. Wende* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1870, S. 28. — Interessant sind die Angaben *Iwanoff*'s über den Ziliarmuskel im weit- und kurzsichtigen Auge. Bei ersterem ist vorwiegend der vordere Theil, der *Müller*'sche Ringmuskel entwickelt, das ganze Ding ist nach vorne vorgeschoben und kleiner. Umgekehrt sind die ringförmigen Züge im kurzsichtigen Auge wenig ausgebildet. Der Ziliarmuskel zeigt also wesentlich nur meridionale und netzförmige Bündel; der ganze Muskel ist länger und beträchtlich nach rückwärts geschoben. — 10) Zur Literatur des *M. dilatator* vergl. man *Koelliker*'s Gewebelehre, 5. Aufl., S. 662; *Henle*'s Eingeweidelehre, S. 635; *A. von Hüttenbrenner*, Wiener Sitzungsberichte Bd. 57, Abth. 1, S. 515; *Merkel* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 31, S. 136, Bd. 34, S. 83; sowie: Die Muskulatur der menschl. Iris. Gratulationsschr. Rostock 1873; *A. Grünhagen* in *Virchow*'s Archiv Bd. 30, S. 504, in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 28, S. 176, Bd. 36, S. 40; im Archiv für mikr. Anat. Bd. 9, S. 286; *Dogiel* im Archiv für mikr. Anat. Bd. 6, S. 95; *Iwanoff* (und *Jeropheeff*) im *Stricker*'schen Handbuch S. 145. Man erkannte, dass die Verhältnisse des Säugethiers nicht unmittelbar auf den Menschen übertragen werden können. Die Kenntniss der menschlichen Iris beginnt mit *Henle*. *Grünhagen* bemüht sich, den betreffenden Muskel ganz zu läugnen. — 11) *Huck*, Die Bewegung der Krystalllinse. Leipzig 1841; *Bowman, Lectures* etc.; *Gerlach*'s Gewebelehre, S. 460; *Henle*'s Eingeweidelehre, S. 617; *Koelliker*'s Gewebelehre 5. Aufl. S. 648; *Haase* a. a. O. S. 47; *Rollett* im *Stricker*'schen Handbuch S. 50 und 67. Von grösster Bedeutung ist aber die Arbeit von *Iwanoff* und *Rollett* im Archiv für Ophthalmologie Bd. 15, 1, S. 17. Man s. auch noch *Schwalbe* im Archiv für mikr. Anat. Bd. 6, S. 272. — 12) Ueber das Epithel an der Vorderfläche der Blendung herrschen verschiedene Ansichten, namentlich für den Erwachsenen. Man hat es als kontinuirlichen Ueberzug hier angenommen, z. B. *Brücke* (in s. Monographie S. 10); ebenso ist es von *J. Arnold* geschehen (*Virchow*'s Archiv Bd. 27, S. 366), welcher mit der Silbermethode eine einfache Lage dachziegelförmiger Zellen antrifft. Ganz geläugnet hat es neben Andern *Henle* (Eingeweidelehre S. 633), während er die Existenz für das Auge der Kinder und Säugethiere richtig zugibt. Dasselbe geht kontinuirlich aus dem Zellenüberzug der *Membrana Descemetica* hervor. — 13) Ueber die Nerven und Ganglien der Chorioidea s. man *H. Müller* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 10, S. 179; *C. Schweigger* im Archiv für Ophthalmologie Bd. 6, 2, S. 320 und die erwähnte Monographie von *Sämisch*. Für den Ziliarmuskel endlich ist auf § 189, Note 1 und 2 dieses Werks zu verweisen. — 14) Die Nerven der Blendung sind früher mehrfach untersucht worden, so namentlich durch *Valentin* (*Nova Acta Leopold. Vol.* 18, *p.* 110) und *Koelliker* (Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 646). In neuerer Zeit haben sie ein genaues Studium durch *J. Arnold* (a. a. O. S. 345) erfahren. Wir sind seinen Angaben im Texte gefolgt.

§ 311.

Das **Gefässsystem** der Uvea (Fig. 582) ist in älterer und neuerer Zeit[1] vielfach untersucht worden. Kürzlich hat es durch *Leber*[2] eine ausgezeichnete Durchforschung erfahren.

Bei seiner grossen Komplikation bedarf es einer ausführlicheren Erörterung, welche uns zugleich die Gelegenheit darbieten wird, auf die schon oben (§ 309) erwähnten Blutbahnen von Hornhaut und Sklera ergänzend zurückzukommen.

Chorioidea nebst Ziliarkörper und Iris erhalten ihre Zufuhr durch die sogenannten **Ziliararterien**, deren man **hintere**, direkte Aeste der *Ophthalmica*, und **vordere**, von den Arterien der geraden Augenmuskeln abstammende, bekanntlich unterscheidet.

Erstere zerfallen in die **kurzen** und **hinteren langen** Ziliargefässe.

1) Die **kurzen hinteren Ziliararterien** (*a*, *b*), drei bis vier Stämmchen, treten zum hinteren Umfang des Bulbus, und zerfallen in eine grosse Anzahl von Zweigen. Neben dem hinteren Theile der Sklera und der Eintrittsstelle des *Nervus opticus* (s. u.) versorgen sie, als etwa 20 Gefässchen in der Aussenlage der Chorioidea verlaufend und unter spitzwinkligen Theilungen, nur die eigentliche Chorioidea, und zwar vorwiegend deren hinteren Theil, erreichen aber weder Iris noch Ziliarfortsätze. Verbindungen mit den langen hinteren und den vorderen Ziliararterien kommen allerdings vor. Ihre Endäste, nach einwärts sich ausbreitend, zerfallen endlich sämmtlich in das Haargefässnetz der *Choriocapillaris* (*d*, *d*)[3].

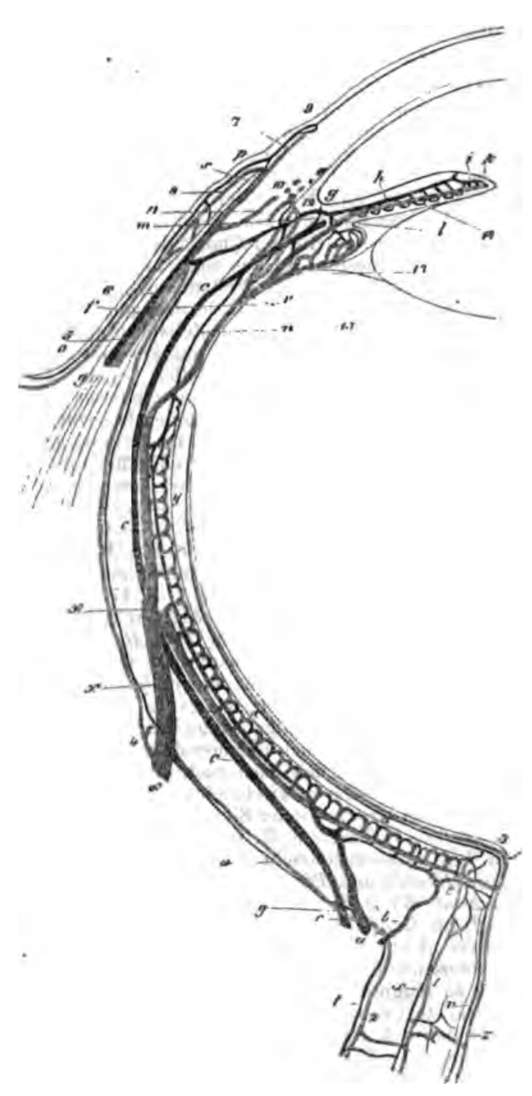


Fig. 582. Schematische Darstellung der Gefässanordnung des Augapfels (nach *Leber*). *a* grösseres und *b* kleineres Stämmchen der kurzen hinteren Ziliararterien; *c* lange hintere Ziliararterie; *d Choriocapillaris*; *e* arterieller Gefässkranz um den Sehnerven und Zweige desselben für den letzteren; *f* vordere Ziliararterie; *g* grosser Kranz der Iris; *h* Arterie derselben; *i* kleiner Iris-Kranz; *k* Kapillarnetz des *Sphincter pupillae*; *l* Arterie des Ziliarfortsatzes; *m* Arterie des *Musculus ciliaris*; *n* rücklaufende Arterie zur Chorioidea; *o* hintere Bindehautarterie und *p* vordere; *q* arterieller Ast zum Randschlingennetz; *r Art. centralis retinae*; *s* Arterie der innern Sehnervenscheide; *t* Arterie der äusseren Sehnervenscheide; *u* Zweig der kurzen Ziliararterie für die Sklera; *v* Zweig der vorderen Ziliararterie zur Sklera; *x* Vene des Vortex; *y* hintere *Vena ciliaris*; *z* Zentralvene der Netzhaut; 1 Vene der inneren Sehnervenscheide; 2 V. der äusseren Scheide; 3 V. und Arterie der Chorioidea, welche in den Sehnerven eintritt; 4 V. der Sklera zum Vortexstamme; 5 vordere Ziliarvene; 6 ihre Aeste zur Sklera; 7 V. zum Randschlingennetz; 8 vordere Bindehautvene und 9 hintere; 10 venöser Ziliarplexus (*Schlemm*'scher Kanal); 11 Verbindung desselben mit der vorderen Ziliarvene; 12 Vene des *M. ciliaris*, zum *Plexus ciliaris* verlaufend; 13 V. des Ziliarfortsatzes; 14 V. der Iris; 15 V. des *M. ciliaris* zum Vortexstamme gelangend.

Dieses Haargefässnetz (mit Röhren von etwa 0,0090—0,0113^{mm} Quermesser) ist eins der engmaschigsten, namentlich in der Tiefe des Augapfels, während nach vorwärts die Maschenräume allmählich etwas ansehnlicher werden. Seine Röhrennetze (Fig. 583) sind radienartig nach zahlreichen Mittelpunkten gerichtet, arteriellen oder venösen Endzweigen. In der Gegend der *Ora serrata* erlischt, wie schon erwähnt, die zierliche Haargefässanordnung.

2) Gehen wir nun zu den Quellen des Blutes für die vorderste Chorioidea, die *Processus ciliares* und die Iris über, so bieten sich hier neben den vorderen die hinteren langen Ziliararterien (*c*) dar.

Diese zwei Stämmchen laufen nach dem Durchtritt durch die Sklera, ohne Aeste abzugeben, eine ansehnliche Strecke über die Aderhaut bis zum hinteren Rande des Ziliarmuskels. Hier zerfallen sie in je zwei Aeste, die in den Ziliarmuskel eintreten (*m*), daselbst sich von einander entfernen, und, seitlich abbiegend, bogenförmig die betreffende Partie des Augapfels umgreifen. Sie betheiligen sich so an der Bildung eines doppelten Gefässkranzes und zwar in Gemeinschaft mit den vorderen Ziliararterien, zu deren Erörterung wir zunächst übergehen müssen.



Fig. 583. Haargefässanordnung aus der *Choriocapillaris* der Katze.

3) Die vorderen Ziliararterien (*f*) treten als 5—6 Stämmchen durch die Sehnen der geraden Augenmuskeln an die Sklera, verlaufen auf dieser eine Strecke weit, um dann in der Gegend des Ziliarmuskels jene Membran mit einer beträchtlichen Anzahl von Aestchen zu perforiren.

Die zwei schon erwähnten Gefässkränze, welche nun von beiderlei Arterien hergestellt werden, sind ein vorderer, schon lange bekannter, der sogenannte *Circulus arteriosus iridis major* (*g*), welcher vollkommen geschlossen den Aussenrand der Iris umkreist, grösstentheils aber noch im Ziliarmuskel eingebettet liegt, und, ebenfalls letzterem Muskel eingelagert, ein hinterer und äusserer Kranz, welcher aber unvollkommen bleibt. Man kann ihn *Circulus arteriosus musculi ciliaris* nennen (*Leber*).

Von jenen beiden Gefässkränzen (theilweise auch unmittelbar von den sie herstellenden arteriellen Röhren) werden nun eine Reihe wichtiger Zweige nach verschiedenen Theilen des Augapfels abgegeben, nämlich *a*) zur Chorioidea, *b*) zum *Musculus ciliaris*, *c*) zu den Ziliarfortsätzen und *d*) zur Iris.

a) Die Chorioidealzweige (*n*) — nach Zahl und Kaliber wechselnd — verbinden sich einmal mit den Astsystemen der *Art. ciliares posticae breves*, und gehen andererseits in die Bildung der *Choriocapillaris*, namentlich deren vorderer Partie, ein.

b) Die in den Ziliarmuskel rücklaufenden Zweige (*m*) sind sehr zahlreich. Sie stellen ein sehr feines, jenen durchziehendes Netz her, dessen Maschen nach der Anordnung der Muskulatur sich richten.

c) Die arteriellen Zweige zu den *Processus ciliares* (*l*) sind kurze, stark nach hinten und innen gekrümmte Röhren, welche vom *Circulus arteriosus iridis major* durch den Ziliarmuskel an jene Gebilde gelangen. Jeder Ziliarfortsatz erhält hierbei entweder sein besonderes Stämmchen; oder — was häufiger — es werden von einem solchen zwei oder mehrere jener *Processus* versehen. In dem Fortsatze selbst löst sich das arterielle Zweigchen unter energischer Theilung in eine beträchtliche Menge feinerer Röhren auf, welche bogenförmig und unter zahlreichen Anastomosen ein elegantes und charakteristisches Netzwerk bilden. Letzteres setzt sich dann in die Anfänge des venösen Theiles fort.

d) Die zuführenden Zweige der Iris (*h*) nehmen sämmtlich aus dem *Circulus arteriosus iridis major* ihren Ursprung, und überschreiten in beträchtlicher Anzahl

deren Aussenrand. Ihr Verlauf findet mehr gegen die Vorderfläche statt; er ist ein radialer, auf die Pupille hinstrebender. Von ihnen wird durch Querzweige dabei ein gestrecktes weitmaschigeres Kapillarnetz gebildet. Gegen das Sehloch zu tritt ein Theil jener Zweige zur Bildung eines neuen Gefässkranzes, des *Circulus arteriosus iridis minor* (*i*) zusammen; ein anderer grösserer Theil biegt aber hier schleifenförmig zurück, um nach Versorgung des Sphinkter der Pupille in Venenanfänge sich fortzusetzen.

Anmerkung: 1) Wir erwähnen hier *Sömmerring* in den Denkschriften der Münchener Akad. 1821, die Bilderwerke von *Berres* (Anat. d. mikr. Gebilde etc.), den bekannten Atlas von *F. Arnold* und dessen anat. und phys. Untersuchungen über das Auge des Menschen. Heidelberg und Leipzig 1832 und sein Lehrbuch der Anatomie S. 1018 und 1031, sowie die *Brücke*'sche Monographie S. 13. — 2) a. a. O., ebenso im *Stricker*'schen Werk S. 1049. — 3) Ein unmittelbares Einmünden solcher arterieller Zweige in die *Venae vorticosae* kommt nach *Leber* nicht vor. Angenommen hat man es freilich vielfach. S. *Brücke* a. a. O. S. 14.

§ 312.

Dem so verwickelten arteriellen Strombezirk geht das venöse Abflusssystem (Fig. 584) nicht parallel.

Die Uvea besitzt doppelte venöse Kanäle, aber von ungleicher Bedeutung. Der grösste Theil des Blutes verlässt nämlich unser Hautsystem durch eine geringe Anzahl weiter Stämme, die sogenannten *Venae vorticosae* (*x*). Eine untergeordnete Abfuhr findet dann aus dem vorderen Theile der Chorioidea, sowie namentlich aus dem Ziliarmuskel noch durch die vorderen Ziliarvenen (5) statt. Venöse Analoga der hinteren Ziliararterien kommen dagegen nicht vor.

Betrachten wir nun zunächst die *Venae vorticosae*.

Dieselben, in der Aussenschicht der Chorioidea gelegen, stellen sternartige Figuren oder Wirtel dar, indem zahlreiche weite venöse Stämme mit radialem Verlaufe in einem Mittelpunkt zusammentreffen. Man unterscheidet ungefähr 4—6 entwickelte Gefässsterne, zu welchen noch einige weniger vollständige (an Strahlen ärmere) hinzukommen. Quere Zweige verbinden die einzelnen Gefässsterne mit einander. Feine von hinten her aus der Tiefe des Bulbus kommende Röhren bringen das Blut der *Choriocapillaris* in den Stern, während die vorderen nicht allein die Abflüsse aus dem vorderen Theile der Chorioidea, sondern auch aus dem Ziliarkörper und der Iris einleiten.

Aus Blendung und Ziliarfortsätzen kommen sehr zahlreiche, vielfach anastomosirende Venenwurzeln hervor, die, gedrängt liegend, sehr spitzwinklig zu stärkeren Aesten zusammentreffen, welche unter weiterer Vereinigung die Chorioidea erreichen, und hier gruppenweise divergent nach den beiden benachbarten *Venae vorticosae* streben. Sie können bei ihrer schlanken Gestaltung leicht mit Arterien verwechselt werden.

Die venösen Röhren der Iris (14), aus dem Haargefässnetz und den Endschlingen des Pupillarrandes (*k*) stammend, halten einen den Arterien ähnlichen Verlauf ein, liegen aber der hinteren Fläche näher. Manchfache Anastomosen kommen auch hier vor.

Indem sie weiter rückwärts laufen, verbinden sie sich entweder direkt mit dem Venennetz der Ziliarfortsätze, oder sie gelangen in die Furchen zwischen den Ziliarfortsätzen, und erhalten hier weitere Zuflüsse von diesen und dem *Musculus ciliaris* (15). Zahlreiche Querzweige bilden übrigens ein förmliches, den Innentheil der *Proc. ciliares* einnehmendes venöses Geflecht.

Die Abflussröhren der Venenwirtel der Chorioidea durchsetzen die Sklera ungefähr in der Aequatorialgegend, und gelangen so nach aussen.

Daneben findet sich, wie schon bemerkt, noch eine vordere venöse Abflussquelle. Sie geschieht durch die vorderen Ziliarvenen (5) und den damit im Zu-

sammenhang stehenden (§ 309 erwähnten) *Schlemm*'schen Kanal (10), welcher einen ringförmigen Venenplexus bildet (*Rouget*[1], *Leber*). Seine Beschaffenheit ist jedoch an den einzelnen Augen, sowie an den verschiedenen Stellen des Ringes keineswegs immer gleich, so dass die plexusartige Natur des Dings sehr zurücktreten kann. Feine Stämmchen aus dem inneren Theile der Sklera, ebenso 12—14 etwas stärkere aus dem Ziliarmuskel (12) treten in jenen Ring ein. Die Abflussröhren des *Schlemm*'schen Kanales, welchen man mit *Leber* als *Plexus venosus ciliaris* bezeichnen kann[2]), sind sehr zahlreich, durchsetzen in schräger Richtung die Sklera, um in ein auf der Oberfläche letzterer Haut gelegenes venöses Netz, dasjenige der »vorderen Ziliarvenen« zu münden.

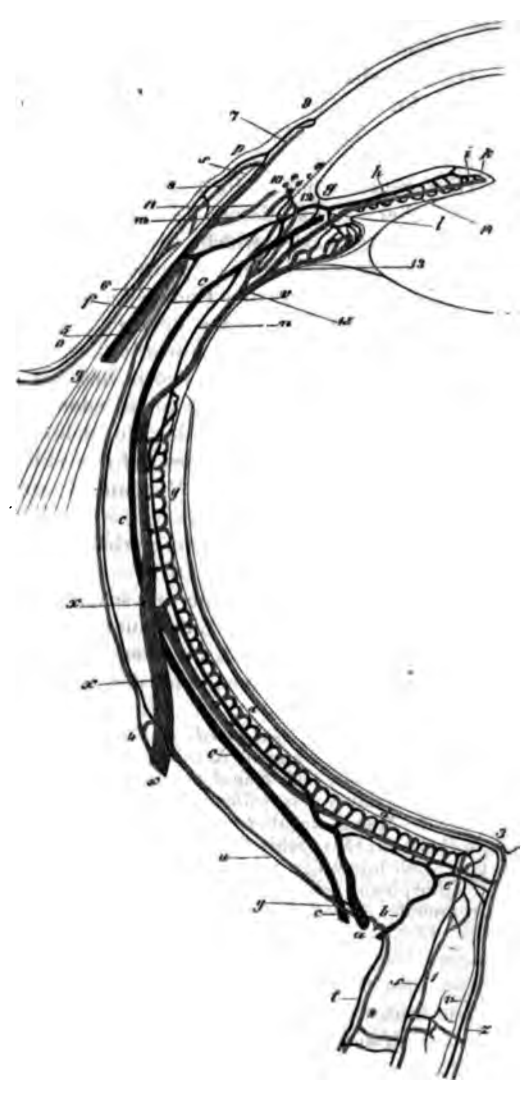


Fig. 584.

Nach Erörterung des Gefässsystems der Uvea bieten uns die **Skleragefässe** keine erhebliche Schwierigkeit mehr dar.

Auch diese Haut wird durch die gleichen Aeste der *Art. ophthalmica* gespeist, wie die Gefässhaut, nämlich die *Art. ciliares posticae et anticae*. Ihre Abzweigung zur Sklera zeigen *u* und *v*. Nicht minder ist der venöse Abfluss jenen beiden Hautsystemen wenigstens zum grössten Theile gemeinschaftlich. Er geschieht durch die vorderen Ziliarvenen und die *Venae vorticosae*. Dazu kommen aber für den hinteren Theil der Sklera noch die kleinen *Venae ciliares posticae* hinzu. Diese, welche kein Blut aus der Chorioidea wegleiten, begründen also eine Eigenthümlichkeit des Gefässsystems der Sklera. Die Gefässe stellen über die Sklera hin ein weitmaschiges Netzwerk dar, namentlich mit dem venösen Theil. Aus jenem geht ein ähnliches, recht weitmaschiges Netz der Kapillaren hervor.

Die kurzen hinteren Ziliararterien (*a*, *b*), deren Ausbreitung in der Aderhaut der vorhergehende § behandelt hat, geben in der Nähe des Sehnerveneintritts zu einem interessanten und wichtigen Verhältnisse Veranlassung, nämlich zu einer Verbindung (*e*) mit dem im Uebrigen in sich abgeschlossenen Gefässsystem der Retina (s. u.). Zwei ihrer Zweige bilden hier einen den Optikus umgebenden Gefässring, von welchem nach einwärts Gefässe zwischen die Bündel der Nervenfasern

sich einsenken, während andere Zweige äusserlich zur Aderhaut treten. So kommt einmal eine mittelbare Kommunikation beider Gefässbezirke heraus, zu welcher sich noch eine direkte hinzugesellt. Diese wird nämlich von arteriellen, sowie feinen venösen und kapillaren Zweigen gebildet, welche von der Chorioidea sogleich in den Sehnervenquerschnitt eindringen.

Die Bindehaut der Sklera wird von den Augenlid- und Thränengefässen versorgt, steht also wiederum selbstständig da. Ihre Arterien zeigt uns *o* und *p*. Nur gegen den Hornhautrand hin findet eine Verbindung mit dem Skleragefässsystem statt.

Hier gehen nämlich die Endäste der arteriellen Sklerazweige bogenförmig in einander über. Aus diesen Verbindungstheilen entstehen einmal rücklaufende schlingenförmige Aeste, welche die Bindehaut einhalten, und mit deren eigenem Gefässsystem anastomosiren. Ferner aber gehen theils aus letzteren Schlingen (theils jedoch auch aus den Endausläufern der vorderen Ziliararterien selbst) die Zweige zu jenem Kapillarnetze hervor, welches den Randtheil der Hornhaut einnimmt, und § 309 besprochen worden ist. Sein Abfluss findet in die vorderen Ziliarvenen statt, zu deren Erörterung wir nun übergehen.

Diese (5) nehmen von vier verschiedenen Stellen Zuflüsse auf:

1) Die aus dem Randnetz der Hornhaut hervorgehenden Wurzeln bilden ein polygonales Maschennetz, welches auf der Sklera als ein 4,5—7^{mm} breiter Ring die Hornhaut umzieht (episklerales Venennetz), und nach aussen die Stämmchen jener Ziliarvenen zusammensetzt (7).

2) In der ganzen Ausdehnung erhält jenes venöse Netzwerk Zuflüsse aus den Haargefässen der Sklera selbst (6).

3) Hier münden ferner die uns schon bekannten Abflussröhren des *Schlemm*'schen Kanals (11) sowie des Ziliarmuskels (12) ein.

4) Endlich gesellen sich hier venöse Aestchen zu, die aus dem angrenzenden Theil der Bindehaut kommen, und den arteriellen Verbindungsbogen entsprechen.

Anmerkung: 1) *Gaz. méd. de Paris* 1856, No. 36. — 2) Gegen diese Auffassung *Leber*'s hat sich *P. Peleschin* (Archiv für Ophthalmologie, Bd. 13, 2, S. 423) erhoben. Der sogenannte *Schlemm*'sche Kanal gehöre weder der Blut- noch Lymphbahn an. Der Verfasser hat aber dabei den *Schlemm*'schen Sinus mit dem sogenannten *Fontana*'schen Kanal verwechselt. Man s. darüber noch *Leber* im *Stricker*'schen Werk S. 1060, ebenso *Iwanoff* und *Rollett* a. a. O. (Archiv für Ophthalmologie). — Nach *Schwalbe* (Archiv für mikr. Anat. Bd. 6, S. 306) bildet der *Schlemm*'sche Kanal einen Lymphraum. Den *Leber*'schen venösen Ziliarplexus erklärt *Schwalbe* dagegen für eine besondere, vom *Schlemm*'schen Sinus abzutrennende, äusserlich gelegene Bildung.

§ 313.

Die hinter der Hornhaut befindlichen übrigen brechenden Medien des Auges stellen den *Humor aqueus*, die Linse und den Glaskörper dar.

Von diesen hat die Krystalllinse (Fig. 585) sammt ihrer Kapsel beim Linsengewebe (S. 282) eine Erörterung gefunden. Ebenso wurde der Glaskörper bei dem Gallertgewebe (S. 195) erwähnt.

Es bleibt zunächst der wässerigen Flüssigkeit zu gedenken. Dieselbe erfüllt die beiden Augenkammern, und durchdringt leicht das Hornhautgewebe (*His*), wie sie sich auch nach der Entleerung sehr rasch wieder erzeugt [1]). Der *Humor aqueus*, eine alkalische, mit einem spezifischen Gewichte von 1,003—1,009 versehene Flüssigkeit, führt keinerlei körperliche Theile, sondern ist ein Wasser, welches 1—1,5% fester Stoffe in Lösung hält, und wohl von den Blutgefässen der Ziliarfortsätze, ebenso der Iris abgeschieden wird.

Die festen Körper des *Humor aqueus* sind Eiweiss, gebunden an Natron, Harnstoff (?) nach *Millon* (S. 42), Extraktiv- und Mineralstoffe. Unter letzteren erscheint namentlich Kochsalz.

Wir benutzen hier eine Analyse von *Lohmeyer*[2]. Derselbe fand für die Augenflüssigkeit des Kalbes folgende mittlere Zusammensetzung:

Wasser	986,870
Natronalbuminat . .	1,223
Extraktivstoffe . .	4,210
Kochsalz	6,890
Chlorkalium . . .	0,113
Schwefelsaures Kali .	0,221
Erdphosphate . . .	0,214
Kalkerde	0,259

Der Brechungsindex beträgt nach *Krause*[3] 1,3349 für den menschlichen *Humor aqueus*. — Die Brechungsexponenten von Glaskörper, Linse und Hornhaut sind bei den betreffenden Geweben erwähnt.

Der Umstand, dass der Glaskörper beim Anstechen zwar Flüssigkeit verliert, aber nicht zerfliesst, macht, abgesehen von der feineren Textur, noch einen weiteren Bau des Innern, Membranen oder Scheidewände, wahrscheinlich. Ueber diesen Gegenstand herrscht zur Zeit noch ein grosses Dunkel. Man hat ein System konzentrisch in einander geschachtelter Lamellen oder ein Fachwerk vertikaler Scheidewände, welche wie die einer Orange radial gestellt seien, annehmen wollen, und zwar nach künstlich erhärteten Organen. Beiderlei Auffassungen haben sich nicht bestätigt[4].

Fig. 585. Schematische Darstellung der Krystalllinse. *a* Kapsel; *b* Epithelium; *c* Linsenfasern mit dem vorderen *d* und hinteren Ende *e*; *f* Kernzone.

Fest allein schien Jahre lang die äussere Hülle zu stehen, die *Membrana hyaloidea*, ein strukturloses, sehr feines, der Grenzhaut der Retina (Membrana limitans interna) frei anliegendes und nur an der Eintrittsstelle des Sehnerven mit letzterer, ebenso nach vorne mit dem Ziliarkörper verwachsenes Häutchen[5].

In der Gegend der *Ora serrata* nahm man eine Zerspaltung der Glaskörperhaut in ein vorderes zarteres und ein hinteres dickeres Blatt an, welche sich schliesslich, mehr und mehr voneinanderweichend, an die Linsenkapsel ansetzen, um mit dieser zu verschmelzen. Man nannte das hintere Blatt die eigentliche *Hyaloidea*, das vordere die *Zonula Zinnii* oder *Zonula ciliaris* und den zwischen ihnen eingeschlossenen, die Aequatorialregion der Linse kreisförmig umgebenden Gang den *Canalis Petiti*. Letzterer enthält während des Lebens entweder nur minimale Flüssigkeitsmengen (*Koelliker*), oder die beiden Lagen berühren sich (*Henle*, *Iwanoff*).

Indessen auch hier ist in den letzten Jahren von kompetentesten Seiten [*Henle*, *Merkel*, *Iwanoff*[6]] Widerspruch erhoben worden.

Eine besondere Membrana hyaloidea existirt demnach überhaupt nicht, sondern nur eine Limitans der Retina, und nur nach vorne setzt sich als besondere Lage die Zonula ciliaris ab. Hiergegen ist freilich wieder *Schwalbe*[7] zu Gunsten der älteren Auffassung eingetreten.

Die *Zinn*'sche Zone, den Ziliarfortsätzen innig verbunden, wird von letzteren halskrausenartig eingedrückt, so dass sie mit wellenförmigem Rande sich an die Linsenkapsel inserirt. Für das unbewaffnete Auge ein festeres glashelles Häutchen, zeigt sie bei mikroskopischer Untersuchung ein System sehr blasser, meridianartig laufender steifer Fasern, namentlich gegen die Linse zu. Dieselben, von *Henle*[8] entdeckt, sind theils sehr fein, theils dicker (als ob sie Bündeln der ersteren ent-

sprächen) und dann vielfach netzartig verbunden. Man wird sonach an gewisse Formen des Bindegewebes erinnert, ohne dass man jedoch an den Mittelpunkten den Kern eines Bindegewebekörperchen sehen könnte. Auch ist das Fasersystem gegen Säuren und Alkalien recht resistent.

Anmerkung: 1) *His* a. a. O. S. 25. Bei einer jungen Ziege füllte sich schon nach fünf Minuten die entleerte Augenkammer wieder. Die Flüssigkeit pflegt jetzt fibrinhaltig zu sein. — 2) *Henle*'s und *Pfeufer*'s Ztschr. N. F. Bd. 5, S. 58. Man s. noch *Frerichs* in den Hannoverschen Annalen 1848, S. 657 und *Schlossberger*'s Gewebechemie 1. S. 312. — 3) *W. Krause*, Die Brechungsindices der durchsichtigen Medien des menschlichen Auges, S. 28. — 4) Man s. die § 113 Anm. 1 erwähnte Literatur, ferner *Hannover* in *Müller*'s Archiv 1845, S. 467, *Brücke*'s Augapfel S. 31 und *Henle*'s Eingeweidelehre S. 676. Genauere Studien über den Bau des Glaskörpers haben in neuer Zeit *J. Stilling* (Archiv für Ophthalmologie Bd. 14, 3, S. 261 und Bd. 15, 3, S. 299) und *Iwanoff* im *Stricker*'schen Handbuch S. 1071) angestellt. Einmal erhält sich in der Axe des *Corpus vitreum* regelmässig ein Kanal, welcher in der Fötalperiode die *Arteria capsularis* umschloss. Man findet dann eine Rindenschicht und eine, jedoch nicht zentrisch gelegene Kernpartie. — 5) Manche, wie *Finkbeiner* und *C. Ritter* (Archiv f. Ophth. Bd. 11, 1, S. 99), haben der *Membrana hyaloidea* irrthümlich einen äusserlichen Beleg eines einfachen Plattenepithelium vindizirt. — 6) *Henle*'s Eingeweidelehre S. 674; *Merkel*, Die Zonula ciliaris. Leipzig 1870, Habilitationsschrift; *Iwanoff* im *Stricker*'schen Handbuch. — 7) *De canali Petiti et de zonula ciliari.* Halle 1870. Habilitationsschrift, ebenso im Archiv für mikr. Anat. Bd. 6, S. 261. — 8) *Henle*'s allg. Anat. S. 332 und Eingeweidelehre S. 670, sowie *Koelliker*'s Mikr. Anat. S. 716 und 719. Man s. noch *H. Heiberg* im Archiv für Ophthalmologie Bd. 11, 3, S. 168.

§ 314.

Die Nerven- oder Netzhaut des Auges, *Retina* [1]), enthält einmal die Ausbreitung der Sehnervenfasern, daneben aber in wunderbar komplizirtem Bau noch sehr verschiedenartige andere Formelemente. Die ausserordentliche Zartheit und Veränderlichkeit unserer Membran macht sie zu einem der schwierigsten histologischen Objekte — und die Verhandlungen über ihre Textur sind noch zur Stunde trotz zahlreicher und ausgezeichneter Untersuchungen (wozu besonders seit Jahren Chrom- und später noch Osmiumsäurepräparate dienten) von einem Abschlusse weit entfernt. In neuerer Zeit hat sich namentlich *H. Müller* um das Studium der Retina grosse Verdienste erworben. Als Nachfolger verdient *M. Schultze* vor allen genannt zu werden. Er war bis vor wenigen Tagen der erste Kenner der *Retina*.

Fig. 586. Fig. 587.

Die Retina des Menschen im Vertikalschnitte. Fig. 586 einen halben Zoll von der Eintrittsstelle des Sehnerven entfernt; Fig. 587 nahe bei letzterer. 1 Die Lage der Stäbchen und Zapfen, nach unten durch die *Membrana limitans externa* begrenzt; 2 die äussere Körnerschicht; 3 die Zwischenkörnerschicht; 4 die innere Körnerschicht; 5 die fein granulirte Schicht; 6 die Lage der Ganglienzellen; 7 die Ausbreitung der Sehnervenfasern; 8 die *Müller*'schen Stützfasern; 9 ihre Befestigung an der inneren Begrenzungshaut; 10 die *M. limitans interna.*

Die Nervenhaut besitzt an der Eintrittsstelle

des Sehnerven ihre grösste Mächtigkeit mit 0,38—0,23^{mm}, verdünnt sich dann nach vorwärts etwa auf die Hälfte, um an ihrem vorderen Ende noch eine Dicke von 0,09^{mm} darzubieten. Hier hört sie mit wellig gebogenem Rande, der *Ora serrata*, auf. Nach aussen von der Eintrittsstelle des Sehnerven, und zwar etwa 3,4^{mm} von dessen Mittelpunkt entfernt, erscheint der gelbe Fleck, *Macula lutea*, eine ovale, 3,4^{mm} lange und 1,13^{mm} breite, durch diffusen gelben Farbestoff kolorirte Stelle. In ihrer Mitte zeigt sich die *Fovea centralis*, eine vertiefte eckige Grube, welcher eine starke Verdünnung der Retina entspricht[2]. Die *Macula lutea* bildet die Stelle des deutlichsten Sehens.

Die Retina (Fig. 586 und 587) besteht von aussen nach innen aus folgenden Lagen: 1) aus der Schicht der Stäbchen und Zapfen (1. 1); 2) aus der *Membrana limitans externa* (zwischen 1 und 2); 3) aus der äusseren Körnerschicht (2. 2); 4) aus der Zwischenkörnerschicht (3. 3); 5) aus der inneren Körnerschicht (4. 4); 6) aus der sogenannten molekulären Lage (5. 5); 7) aus der Schicht der Ganglienzellen (6. 6)[3]; 8) aus der Ausbreitung der Sehnervenfasern (7. 7); 9) aus der inneren Begrenzungshaut, *Membrana limitans interna* (10. 10) und endlich 10) aus der Pigmentlage.

Man hat in neuerer Zeit das Chaos dieser Texturverhältnisse in zwei wesentlich verschiedene Bestandtheile zu unterscheiden gelernt. Doch ist uns freilich gegenwärtig die scharfe Grenze nicht überall schon klar.

Die Retina besitzt nämlich — und sie erinnert hierin an das Zentralnervensystem — ein bindegewebiges Gerüste. Dasselbe beginnt schon in den äussersten Partieen der Netzhaut, gewinnt bald an der Innenseite der Stäbchen und Zapfen, als *M. limitans externa*, grössere Entfaltung, um sich von da an nach einwärts durch alle Lagen jener Haut zu erstrecken, und als *Limitans interna* zu enden. In jenem treten vertikale Stützfasern, die radialen oder *Müller*'schen, auf. Das Uebrige — und es zählt noch hierher ein System ähnlich radialer oder auch schiefer Nervenfibrillen — würde dem Nervengewebe zuzurechnen sein[4].

Anmerkung: 1) Die Literatur der Retina ist eine sehr reiche. Wir heben hervor: *Remak* in *Müller*'s Archiv 1839, S. 165, allgem. med. Centralzeitung 1854, No. 1 und Deutsche Klinik 1854, No. 16; *Bidder* in *Müller*'s Archiv 1839, S. 371 und 1841, S. 248; *Lersch, De retinae structura microscopica. Berolini* 1839. *Diss.*; *Henle*, Allg. Anat. S. 657, in seiner und *Pfeufer*'s Zeitschr. N. F. Bd. 2, S. 305, in den Göttinger Nachrichten 1864, S. 119 und S. 305 und dessen Eingeweidelehre S. 636; *Hannover* in *Müller*'s Archiv 1840, S. 320 und 1843, S. 314, sowie dessen *Recherches microscopiques sur le système nerveux. Copenhague et Paris* 1844 und Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 5, S. 17; *F. Pacini, Sulla tessitura intima della retina* in *Nouvi Annali delle scienze naturali di Bologna* 1845 und die deutsche Uebersetzung, Freiburg 1847; *Brücke*, Augapfel S. 23. — Von grösstem Werthe sind dann die zahlreichen Arbeiten *H. Müller*'s. S. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 3, S. 234, Würzburger Verhandlungen Bd. 2, S. 216, Bd. 3, S. 336. Bd. 4, S. 96, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 8, S. 1 (Hauptarbeit), Archiv für Ophthalmologie Bd. 4, 2, S. 1, Würzburger naturw. Zeitschr. Bd. 1, S. 90, Bd. 2, S. 64, S. 139, S. 218, S. 222, Bd. 3, S. 10; *Koelliker* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 3, S. 316, Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 648 und Handbuch 5. Aufl., S. 667; *De Vintschgau* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 11, S. 943; *Corti* in *Müller*'s Archiv 1850, S. 274 und Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 5, S. 87; *C. Bergmann* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. N. F. Bd. 5, S. 245 und 3. R. Bd. 2, S. 83; *J. Goodsir* in *Edinb. med. Journ.* 1855, *p.* 377; *Blessig, De retinae textura disquisitiones microscopicae. Dorpati* 1855. *Diss.*; *Lehmann, Experimenta quaedam de nervi optici dissecti ad retinae texturam vi et effectu. Dorpati* 1857. *Diss.*; *Nunnely* im *Quart. Journ. of micr. science. Juni* 1858, *p.* 217; *W. Krause* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. N. F. Bd. 6, S. 105, 3. R. Bd. 11, S. 175, Göttinger Nachrichten 1861, S. 2, Anat. Untersuchungen S. 56, in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 20, S. 7, in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1867, S. 243 und 643, in den Göttinger Nachrichten 1867, No. 37 und 1868, No. 9, sowie dessen Schrift: Die *Membrana fenestrata* der *Retina*. Leipzig 1868. *M. Schultze*'s Arbeiten sind dann wieder von höchster Bedeutung. Man s. Berliner Monatsberichte 1856, dessen Abhandlung: *Observationes de retinae structura penitiori. Bonnae* 1859, Sitzungsberichte der niederrheinischen Ges. in Bonn 1861, S. 97, dann im Archiv f. mikr. Anat. Bd. 2, S. 165, Bd. 3, S. 215, 371, 404, Bd. 4, S. 22, Bd. 5, S. 379, Bd. 7, S. 244; sowie die Bearbeitung

im *Stricker*'schen Handbuch S. 977. Man s. ferner *C. Ritter* im Archiv f. Ophthalm. Bd. 5, 2, S. 201, in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 21, S. 290 und dessen Monographie: Die Struktur der Retina dargestellt nach Untersuchungen über das Wallfischauge. Leipzig 1864, endlich Archiv für Ophthalmologie Bd. 11, 1, S. 89; *E. de Wahl*, *De retinae structura in monstro anencephalico. Dorpati* 1859. *Diss.*; *von Ammon* in der Prager Vierteljahrschrift 1860, Bd. 1, S. 140; *W. Manz* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift 3. R. Bd. 10, S. 301 und Bd. 28, S. 231; *G. Braun* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 42, S. … und in *Moleschott*'s Untersuchungen Bd. 8, S. 174; *R. Schelske* im Centralbl. 1863, No. … und *Virchow*'s Archiv Bd. 28, S. 482; *Schiess* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 18, S. 129; *von Heinemann* in *Virchow*'s Archiv Bd. 30, S. 256; *Babuchin*, Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. 4, S. 71; *Welcker* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. … S. 173. *J. W. Hulke* in *London Ophth. hosp. reports* IV, *p.* 243, *Journal of Anatomy and Physiologie* 1866, No. 7, *p.* 91 und 2 Ser. 1867 No. 1, p. 19, sowie in den *Phil. Transactions Vol.* 157, *Part.* 1, *p.* 109; *W. Steinlin*, Beitrag zur Anatomie der Retina. Sep.-Abdr. aus den Verhandlungen der naturf. Gesellsch. zu St. Gallen 1865 und 66), sowie im Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 4, S. 10; *Hensen* in *Virchow*'s Archiv Bd. 34, S. 401, Bd. 39, S. 475 und im Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 2, S. 339, Bd. 3. S. 347; *G. Hasse* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 29, S. 328; *Merkel* in *Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1870, S. 642; *W. Dobrowolsky* ebendaselbst 1871, S. 208 und 221; *E. Landolt* im Archiv für mikr. Anat. Bd. 6, S. 81; *S. Sirena* in den Würzburger Verhandlungen. N. F. Bd. 2, S. 31; *M. Duval*, *Structure et usage de la retine. Thèse. Paris* 1872; *S. Rivolta*, *Delle cellule multipolari, che formano lo strato intergranuloso o intermedio nella retina del Cavallo. Pisa* 1871; *C. Golgi* und *N. Manfredi* im *Giornale della R. Academia di Medicina di Torino.* 1872. *Agosto.* — 2) Die sogenannte *Plica centralis*, eine faltenförmige Verdickung an der Eintrittsstelle des *Opticus* zur *Macula lutea*, kommt im lebenden Auge nicht vor. — 3) Man hat die Lagen 5 und 6 als Schicht der grauen Hirnsubstanz auch zusammengefasst; ebenso versteht man unter dem Kollektivnamen der Körnerschicht sowohl die äussere als innere, sowie ihr intermediäres Stratum. Das Molekularstratum heisst bei *Henle* die innere granulirte Schicht, die Zwischenkörnerlage die äussere granulirte Schicht, eine Bezeichnung, welche neuerdings auch *M. Schultze* angenommen hat. — 4) Der abweichenden Auffassungen von *Henle* und *Krause* gedenken wir später.

§ 315.

Wir haben vor allen Dingen des höchst zarten bindegewebigen Substrats der Retina näher zu gedenken.

Die Kenntniss desselben ist in neuerer Zeit, namentlich durch *Schultze*[1], gefördert worden — und in der That, es wird ein Jeder, welcher das betreffende Texturverhältniss vorurtheilsfrei durchforscht hat, das Richtige seiner Ergebnisse anerkennen müssen.

Der Ausgang jenes Gerüstes der Netzhaut (Fig. 588. *A*) bildet eine modifizirte Grenzschicht, die etwa 0,0011^{mm} dicke (nach vorne stärker werdende) wasserhelle *Membrana limitans interna* (*l*). Ihre Innenfläche ist glatt; nicht so die äussere. Von ihr erhebt sich nämlich zunächst ein fast die ganze Retina senkrecht durchziehendes, also radiales Stützfasersystem (*e*), das *Müller*'sche[2]). Im gelben Flecke fehlend, gewinnt es nach vorne eine steigende Mächtigkeit. Mit sehr zarten, dreieckig platten oder kegelförmigen Füsschen oder mit einzelnen spitzwinklig bald sich verbindenden feinsten Fädchen (*e* unten) beginnen jene Stützfasern[3]), geben vielfach Aeste ab, und verbinden sich durch solche netzartig. Mit ihnen zusammenhängend und ohne Grenze in sie übergehend, gewissermassen angelehnt an jene stärkeren Elemente, finden wir stellenweise, nämlich in der molekulären (*g*) und Zwischenkörnerschicht (*d*), noch eine äusserst fein poröse Schwammmasse (*e*), dieselbe, welche wir schon für die graue Substanz der Zentralorgane des Nervensystems kennen gelernt haben[4]). Auch hier hat man diese Schwammmasse (Neuroglia) für ein Artefakt, ein Gerinnungsprodukt der Chromsäure erklären wollen (*Henle*).

Die betreffende Gerüstemasse ist allerdings bei Mensch und Säugethier so zart, dass schwächere Vergrösserungen nur eine punktförmige Substanz zeigen, welche den *Müller*'schen Fasern anhängen kann[5]). Sehr starke Linsen lehren dagegen die retikulirte Beschaffenheit und zugleich den kontinuirlichen Zusammen-

hang mit jenen Stützfasern, welche demgemäss keine glatte Begrenzung mehr erkennen lassen. Im Uebrigen bietet an den verschiedenen Stellen der Retina diese Gerüstemasse mancherlei Wechsel dar. Stellenweise liegen in einzelnen ihrer Knotenpunkte Kerne, so dass wir also den Zellenäquivalenten der grauen Substanz im Gehirn und Rückenmark hier ebenfalls wieder begegnen [6]. In der inneren Körnerschicht zeigt die *Müller*'sche Faser wohl konstant einen länglichen Kern (e^1).

Unsere Stützsubstanz erstreckt sich bis zur Innenfläche der sogenannten Stäbchenschicht (*e* oben). Hier wiederholt sich, wenn auch weniger scharf ausgesprochen, eine ähnliche membranöse Verschmelzung des *Müller*'schen Fasersystems zu einer netzförmig durchbrochenen Begrenzungshaut wie an der Innenfläche der Retina. Man hat deshalb jener Grenzschicht (*a. a*), welche am Vertikalschnitt in Form einer schärferen Linie sich zu zeigen pflegt, den Namen der *Membrana limitans externa* (*Schultze*) gegeben; indessen nicht mit Recht. Denn der Name ist eigentlich ein unglücklich gewählter. Einmal (worauf wir weniger Gewicht legen) endigen manche der *Müller*'schen Fasern schon früher, nämlich in der Zwischenkörnerschicht und noch tiefer abwärts. Dann, wie die Erfahrungen der letzten Zeit gelehrt haben, hört die bindegewebige Gerüstemasse mit der *Limitans externa* noch nicht auf. Sie setzt sich vielmehr als ein sehr zartes Hüllensystem noch weiter nach aussen fort, eine Anordnung, welche wir erst später erörtern können.

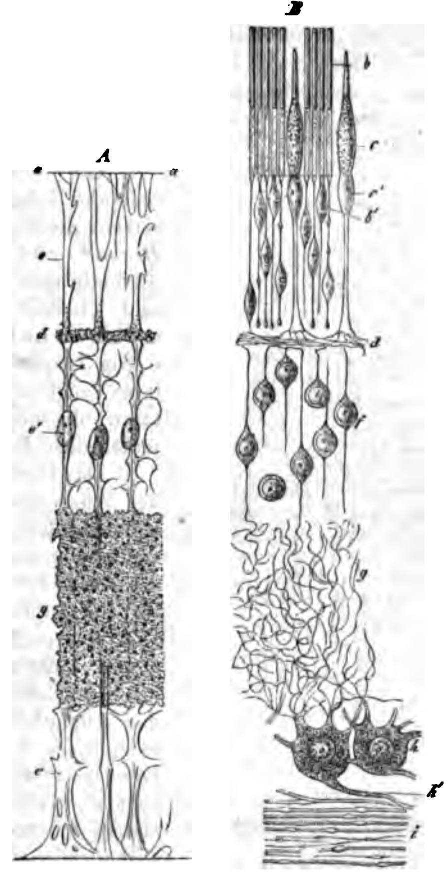


Fig. 588. Schematische Darstellung der Retina nach *Schultze* in ihrem bindegewebigen Theile bei *A*. *a Membrana limitans externa*; *e* radiale oder *Müller*'sche Stützfasern mit ihren Kernen e^1; *d* Gerüstemasse der Zwischenkörner- und *g* der molekulären Schicht; *l M. limitans interna*.

Anmerkung: 1) S. dessen Schrift: *De retinae structura*, p. 8 und die Abhandlung im Archiv für mikrosk. Anat. Bd. 2, S. 263, ebenso *Hasse* a. a. O. S. 265. — 2) Es wurde von dem genannten Forscher entdeckt (Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 3, S. 234). — 3) Man muss deshalb die *M. limitans interna* als aus der Verschmelzung jener Wurzeln des *Müller*'schen Fasersystems entstanden betrachten. *Koelliker* (Gewebelehre 5. Aufl., S. 681) stellt dieses freilich noch immer in Abrede, weil die *Limitans* auch an Stellen (dem gelben Fleck) vorkomme, wo das *Müller*'sche Fasersystem fehle, ebenso von jener Haut sich leicht ablöse, und einen anderen chemischen Charakter besitze. Die beiden letzten Gründe wollen unserer Ansicht nach nicht viel bedeuten. — 4) Man wird an ähnliche Verhältnisse der Kleinhirnrinde erinnert, welche § 298 behandelt hat. — 5) Stärker und weitmaschiger erscheint jene Masse namentlich bei Plagiostomen, deren Netzhäute hier sehr passende Objekte bilden (*Schultze*). Schon *H. Müller* (Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 8, S. 56) sah übrigens Fragmente jenes retikulären Gewebes. — 6) Vergl. § 119 dieses Werkes.

§ 316.

Wir haben nun die einzelnen Lagen der Nervenhaut einer genaueren Besprechung zu unterwerfen [1]).

1) Die Stäbchenschicht, *Stratum bacillosum* (oder die *Jacob*'sche Haut) wird von zweierlei merkwürdigen (jedoch innigst verwandten) Gebilden, den Stäbchen und Zapfen, die in gedrängter senkrechter Stellung vorkommen, hergestellt.

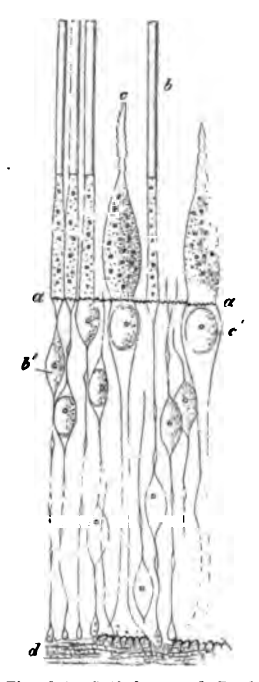


Fig. 589. Stäbchen und Zapfen aus der Aequatorialgegend der menschlichen Retina nach *Schultze*. *a Membrana limitans externa*; *b* Stäbchen; *c* Zapfen; *b'* Stäbchen- und *c'* Zapfenkorn; *d* Zwischenkörnerschicht.

Die Stäbchen, *Bacilli* (Fig. 589. *b*) sind schlanke Zylinderchen, welche die ganze Schicht durchsetzen. Sie bestehen, wie nach dem Vorgange *Müller*'s [2]), *Braun* [3]) und *Krause* [4]) darthaten, konstant aus zwei Abtheilungen, einem schlankeren, zunächst homogen und glashell erscheinenden »Aussenglied« von stärkerem Lichtbrechungsvermögen und einem inneren, wenig längeren Theile, dem »Innenglied«. Letzteres zeigt einen etwas stärkeren Quermesser bei zarteren blasseren Umrissen und nicht selten eine fein molekuläre Beschaffenheit.

Das Innenglied färbt sich stärker durch Karmin als der Aussentheil; letzterer wird dagegen durch die Ueberosmiumsäure (welche durch *Schultze*'s Untersuchungen für die Erforschung der Netzhautelemente mit Recht zu grossem Rufe gelangt ist) geschwärzt, wobei die Innenglieder längere Zeit farblos verbleiben. Das Aussenglied beim Frosch ist endlich doppelbrechend, nicht aber das Innenstück (*Schultze*). Die Länge des menschlichen Stäbchens erscheint im hinteren Theile des Augapfels am beträchtlichsten, 0,0600 mm, mehr nach vorne 0,0501 mm, der *Ora serrata* nahe 0,0399 mm. Die Dicke desselben kann zu 0,0016—0,0018 mm geschätzt werden (*Müller*). In chemischer Hinsicht bestehen unsere Gebilde aus einer in höchstem Grade veränderlichen (eiweissartigen) Substanz. Sie treten demnach bei mikroskopischer Untersuchung mit einer Menge der sonderbarsten Gestaltveränderungen auf.

Das äussere quer abgestutzte Ende des Stäbchens rührt an das Pigmentepithel [5]) an. In den drei ersten Wirbelthierklassen bilden die Zellen desselben um die Aussenglieder der Stäbchen (und auch der Zapfen) förmliche Pigmentscheiden. Weniger ausgebildet findet sich das Gleiche jedoch auch bei den Säugethieren. Von der Unterfläche der Zelle ragen fadenartige Verlängerungen ihres Körpers wie ein Wald feiner Härchen zwischen die Stäbchen (und Zapfen) herab.

Das Innenglied des Stäbchens zieht sich ferner nach einwärts unterhalb der *Limitans externa* in eine sehr feine und sehr leicht abbrechende Spitze aus, welche zu einem Faden von grosser Feinheit wird. Letzterer zeigt bei gewissen Behandlungsweisen jene für feine Nervenfasern charakteristischen Varikositäten. Unser Stäbchenfaden durchsetzt senkrecht (oder — was dasselbe besagt — radial) die äussere Körnerschicht, um mit einem sogenannten Korn derselben (*b'*) hier in Verbindung zu treten. Wir werden seiner desshalb nochmals zu gedenken haben.

Die Stäbchen der Retina zählen (gleich den Zapfen) zu jenen wenigen Gewebeelementen des Organismus, welche nach den einzelnen Thiergruppen charakteristische Differenzen darbieten. Riesengross erscheinen sie bei den nackten *Amphibien* (Fröschen, Kröten und Salamandrinen).

Die grosse Veränderlichkeit unserer Stäbchen macht es misslich, zu entscheiden, wie weit andere in neuerer Zeit von manchen Seiten behauptete Strukturverhältnisse präexistiren.

Zunächst haben wir festzuhalten, dass nicht bei allen Thieren das Innenglied homogen uns entgegentritt. Man erkennt (Fig. 590), namentlich an grossen Stä-

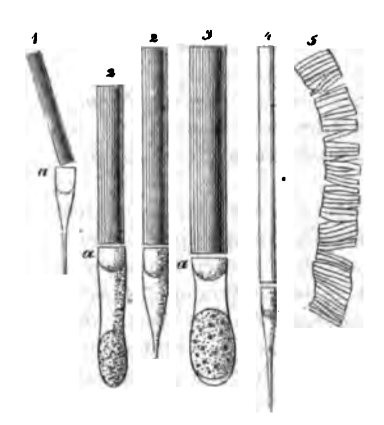


Fig. 590. Struktur der Stäbchen. Dieselben, 1 vom Huhn, 2 vom Frosch, 3 vom Salamander, 4 vom Hecht, zeigen Aussen- und Innenglied und im letzterem den linsenförmigen Körper. 5 blättriger Zerfall des Aussenglieds eines Froschstäbchens (nach *Schultze*).

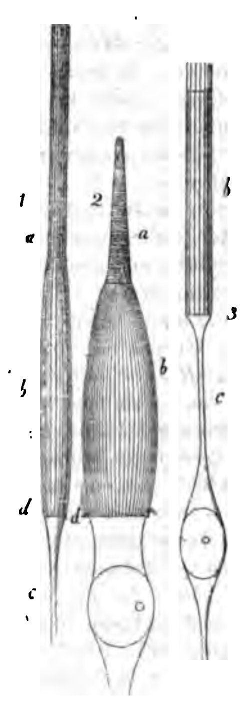


Fig. 591. Fibrillenüberzug der Stäbchen und Zapfen. 1 Stäbchen, 2 Zapfen des Menschen. *a* Aussen-, *b* Innenglied; *c* Stäbchenfaden; *d* *limitans externa*. 3 Stäbchen des Schafs. Die Fibrillen überragen hier das Innenglied; das Aussenglied fehlt (nach *Schultze*).

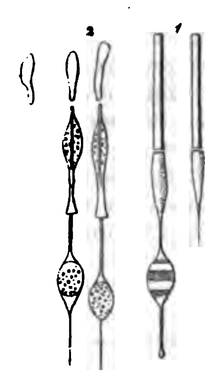


Fig. 592. Struktur der Stäbchen. 1 vom Meerschweinchen; *a* mti Innen- und Aussenglied; *b* noch in Verbindung mit einem uqerstreifigen Korn. 2 Mazerirte Stäbchen des *Macacus Cynomolgus* mit verändertem Aussen- und Innenglied, sowie mit dem »*Ritter*'schen Faden« in der Axe des letzteren (nach *Schultze*).

ben der Batrachier (2. 3), ebenso bei Fischen (4) und selbst bei Vögeln (1) wie hier ein besonderer linsenartiger Körper mit halbkugliger und planparabolischer Gestalt vorkommt, dessen Basis gegen das Aussenglied gerichtet ist (*a*. *a*). Er ist von äusserster Zersetzlichkeit (*Schultze*). *Krause* nennt ihn Stäbchenellipsoid[6].

Ein längst bekanntes, allerdings erst in neuester Zeit (*Schultze*) genauer untersuchtes Strukturverhältniss, ist der Zerfall des Stäbchens, d. h. seines Aussengliedes (Fig. 590. 5), in Querstücke, oder (bei weiter vorgeschrittener Zersetzung) in dünne Querscheiben[7]), welche an die *Discs* des quergestreiften Muskelfadens flüchtig erinnern. Die transversalen Linien dürften beim Menschen und Säugethiere nur 0,0003—0,0004^{mm} von einander entfernt stehen (*Schultze*).

Am Aussengliede der Stäbchen (1—3) erscheint ferner, seit Jahren gekannt, (*Hensen*, *Schultze*) eine Längsstreifung. Querschnitte beim Frosch lehren,

dass es sich hier um eine longitudinale Kannelirung der Oberfläche (selbst bis in das Innere eindringenden Längsspalten) handelt.

Jedoch — und wir kommen hier auf ein neues, höchst unsicheres Gebiet — auch die Innenglieder der Stäbchen des Menschen und zahlreicher Thiere (Fig. 591. 1. 3) zeigen uns eine oberflächliche Längsstreifung. Vielleicht geht sie in jene Längsfurchenbildung des Aussengliedes fort. Erstere scheint einer zarten längsgefurchten bindegewebigen Hüllenschicht zu entsprechen, welche also eine Fortsetzung der *Membrana limitans externa* nach aussen bilden würde. *Schultze* hat in neuester Zeit das Ding einen »Faserkorb« genannt.

Indessen auch das Innenglied des Stäbchens soll nach *Schultze* ebenfalls einen fibrillären Bau und zwar des Inneren erkennen lassen.

Wir gehen weiter in der unerfreulichen Schilderung dieser chaotischen Strukturverhältnisse.

Schon im Jahre 1860 hatte *Ritter*[8]) in der Axe des Stäbchens einen sehr feinen Faden wahrgenommen. Derselbe sollte nach Aussen hin mit einer leichten Anschwellung endigen, dagegen nach Innen aus dem hohlen Stäbchen hervortreten als die bekannte feine Stäbchenfaser. Es hat an bestätigenden [*Manz*[9]), *Spiess*[10], *Hensen*, *Hasse*], sowie an gegentheiligen Angaben (*Krause*, *Hulke*, *Steinlin*) nicht gefehlt. Unsere Fig. 592. 2 zeigt uns, in den mazerirten Stäbchen eines Affen, derartige »*Ritter*'sche Fäden« nach einer Beobachtung von *Schultze*. Ihre Präexistenz ist unermittelt.

Noch eigenthümlicher fällt der Bau der Zapfen, *Coni* (Fig. 588. *B. c*) aus. Sie besitzen beim Menschen die Gestalt einer schlanken Flasche, deren Basis an die *Membrana limitans externa* anrührt. Ihr oberer Theil ist ein blasses, etwas zugespitztes stäbchen- oder stiftartiges Gebilde von äusserster Zartheit und Zersetzlichkeit, das sogenannte Zapfenstäbchen. Es entspricht dem Aussengliede des verwandten Stäbchens, und bietet uns den erwähnten Plättchenzerfall sehr leicht dar (Fig. 591. 2*a*, Fig. 594. *b*). Der untere angeschwollene Theil, welcher dem Bauch der Flasche gleicht, der Zapfenkörper, ist bald gedrungener und breiter, bald dünner und schlanker von 0,0041—0,0061^{mm} Quermesser. Besonders schlank sind die Zapfen des gelben Flecks, auf welche wir später zurückkommen werden.

Auch hier kommt es zu jener oberflächlichen Längszeichung des Zapfenkörpers (Fig. 591. 2. *b*), wie wir sie oben für das gleichwerthige Innenglied des Stäbchens kennen gelernt haben; ebenso begegnet man hier abermals einer fibrillären Zusammensetzung des Innern (Fig. 594. *a*).

An der Basis des Zapfens dicht unterhalb der Limitans (Fig. 591. 2. *d*) sitzt endlich unter leichter Ringfurche das Zapfenkorn (c^1), eine kleine, ovale oder birnförmige Zelle mit Kern und Kernkörperchen, welche also schon zur äusseren Körnerlage gehört.

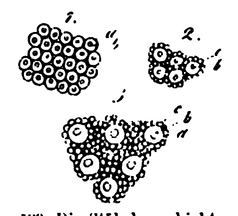


Fig. 593. Die Stäbchenschicht von aussen betrachtet. *a* Zapfen, *b* Zapfenstäbchen, *c* gewöhnliche Stäbe. 1 Vom gelben Fleck; 2 an der Grenze desselben; 3 aus der Mitte der Netzhaut.

Die Länge des Gesammtzapfens steht derjenigen des Stäbchens gewöhnlich etwas nach, zuweilen jedoch sehr bedeutend, wie in der Netzhaut des Schweines (*Schultze*).

Was nun das Mengenverhältniss der Zapfen zu den Stäbchen in der menschlichen Retina betrifft, so finden sich hier nach den Lokalitäten merkwürdige Verschiedenheiten. An der *Macula lutea*, der Stelle des schärfsten Sehens, kommen, wie *Henle*[11]) entdeckte, nur die Zapfen vor (Fig. 593. 1). In der Nachbarschaft stehen die Zapfen ebenfalls noch gedrängt, so dass sie von einzelnen Kreisen der Stäbchen umgeben sind (2). Weiter nach aussen und vorne sind die vereinzelteren Zapfen durch mehrere Stäbchenreihen umstellt (3). Die Menge der Stäbchen in der ganzen Retina übertrifft mithin diejenige der *Coni* bedeutend.

Mit der menschlichen Netzhaut stimmen die Stäbchen und Zapfen der Affen überein.

Auch die meisten unserer grösseren Haussäugethiere, wie Rind, Schaf, Schwein, Pferd und Hund, zeigen einen ähnlichen Wechsel beiderlei Retinaelemente.

Merkwürdigerweise fehlen dagegen, wie uns *Schultze*, freilich unter Widerspruch *Krause*'s [12]), berichtet, die Zapfen gänzlich in der Netzhaut der Fledermäuse, des Igels, der Maus, des Meerschweinchens und des Maulwurfs, also bei mehr nächtlichen oder in der Erde grabenden Thieren.

Verkümmerte Zapfen zeigt uns die Katze. Nur in Andeutungen kommen sie noch vor bei Kaninchen und Ratte (*Schultze*). Ob dem Walfischauge, wie nicht unwahrscheinlich, Zapfen gänzlich abgehen, bedarf noch genauerer Untersuchungen.

Die Knochenfische nähern sich dem Menschen; ihre Zapfen sind ansehnlich. Rochen und Haie führen nur Stäbchen.

Ganz anders wird es bei Vögeln und beschuppten Amphibien. Bei ersteren sind Zapfen sehr häufig, so dass man an den gelben Fleck der menschlichen Retina erinnert wird. Bei der Eidechse und dem Chamäleon fehlen Stäbe ganz; vielleicht auch bei den Schlangen.

Sehr auffallend wird der Zapfen des Vogelauges durch ein an der Grenze von Stäbchen und Körper befindliches (und dem letzteren eingebettetes) glänzendes kugliges Gebilde, welches die ganze Zapfenbreite einnimmt, so dass kein Lichtstrahl an ihm vorbei kann. Selten erscheint es farblos, gewöhnlich gelb oder roth. Bei den Eulen, nächtlichen Geschöpfen, wie Jeder weiss, treten dagegen die sehr langen Stäbchen wiederum so sehr in den Vordergrund und die Zapfen so zurück, dass das gewöhnliche Verhältniss der Vogelnetzhaut hier gerade umgekehrt ist. Rothe Kugeln fehlen jenen ganz, und auch die gelben erblassen nach der *Ora serrata* zu.

Aehnliche Kugeln haben auch die beschuppten Amphibien. Rothe und gelbe neben farblosen treffen wir an den Zapfen der Schildkröte, gelbe bei der Eidechse.

Bei den nackten Amphibien stehen zwischen reichlichen kolossalen Stäben spärliche und sehr kleine Zapfen. Letztere zeigen einen entweder farblosen oder blassgelben kugligen Körper an der Grenze von Stäbchen und Körper [13]).

Ganz sonderbare Gebilde stellen die von *Hannover* entdeckten Zwillingszapfen vor. Sie sind mit der Seitenfläche ihres Körpers verwachsen, dagegen in Stäbchen und Korn getrennt. Man trifft sie häufig bei Knochenfischen. Aber auch unter die einfachen Zapfen gemischt erscheinen sie bei Vögeln und Amphibien [*Schultze* [14])].

Sie gehen möglicherweise durch einen unvollkommenen Längstheilungsprozess aus jenen einfachen Elementen hervor (*Steinlin, Dobrowolsky*).

Auch jener linsenartige Körper, welchen das Innenglied des Stäbchen nach dem Aussengliede hin beherbergt (*Krause*'s Ellipsoid), kommt wenigstens nicht selten zur Wahrnehmung, so z. B. beim Affen (Fig. 594. *b*), beim Frosch und Wassersalamander [*Schultze* [15])]. Auch der menschliche Zapfen besitzt ihn (*Dobrowolsky*).

Indem 2) die *Membrana limitans externa* im Vorhergehenden schon genügende Erörterung gefunden hat, betrachten wir

3) die äussere Körnerschicht, *Stratum granulosum externum*. Sie besteht neben der schon geschilderten Bindegewebe- und Gerüstemasse aus mehreren Lagen kleiner Zellen, wo ein sehr spärlicher Körper den Nukleus ganz dicht umschliesst (Fig. 595. *A*, zwischen *a* und *d*). Das ganze Stratum beträgt über den grösseren Theil der Retina 0,0501—0,0600^{mm}, nimmt aber sowohl gegen die *Ora serrata* als die Augenaxe hin an Mächtigkeit ab. Die unsere Lage konstituirenden Zellen stehen sowohl mit den Zapfen als den Stäbchen in Verbindung, so dass man Zapfenkörner (Fig. 589. b^1) und Stäbchenkörner (c^1) unter-

schieden hat. Erstere sind mehr birnförmig oder rundlich oval und durch Gr (0,0090—0,0120^{mm} Länge, bei 0,0041—0,0061^{mm} Breite) ausgezeichnet, so mit ansehnlichem Nukleus und Nukleolus versehen. Sie zeigen niemals ein neuerer Zeit von *Henle*[16] entdeckte dunklere Querstreifung, welche nur den St chenkörnern zukommt, und sind die der Basis des Zapfens ansitzenden Gebil welcher wir bei jenem schon gedacht haben. Letztere, länglich-rund, klei (0,0045—0,0079^{mm}) und im Allgemeinen viel zahlreicher, befinden sich selte

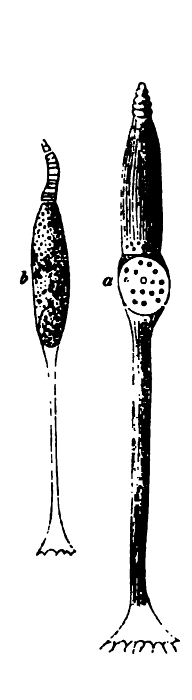


Fig. 591. *a* Zapfen des Menschen mit zersetztem Aussen- und einem fasorig erscheinenden Innenglied; *b* des *Macacus cynomolgus* mit Plättchenzerfall des Stäbchens und einem linsenartigen Gebilde des Körpers.

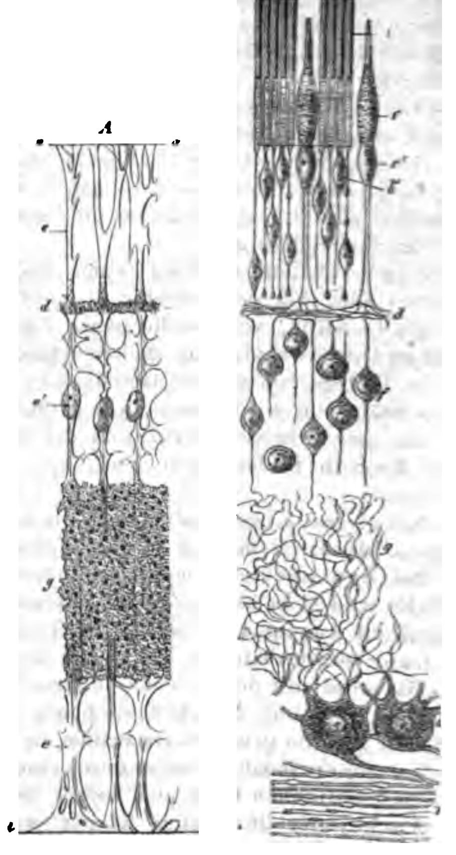


Fig. 595. Schematische Darstellung der Retina na *Schultze*. *B* nervöser Bestandtheil. *b* Stäbchen mit Au gliedern und Innengliedern; *c* Zapfen mit Aussenglie Körper; *b'* Stäbchen- und *c'* Zapfenkorn; *d* Ausbre der Zapfenfaser zu feinsten Fibrillen in der Zwische nerschicht; *f* Körner der inneren Körnerschicht; *g* G feinster Fäserchen in der Molekularschicht; *h* Gang zellen; *h'* ihr Axenzylinderfortsatz; *i* Nervenfaserl

unmittelbar am unteren Theile des Stabes, sondern hängen in der Regel durch einen bald kürzeren, bald längeren radialen Faden mit jenem zusammen. Die schon erwähnten dunklen Querzonen (Fig. 592. I) sind uns in ihrer Bedeutung noch unklar. (Doch dürften sie Leichenphänomene bild Man trifft sie entweder ein- oder mehrfach, gewöhnlich doppelt, an dem Stäbch korn [*Henle*, *Hasse*, *Schultze*[17]].

Wir haben endlich noch der nervös-faserigen Elemente der Zwischenkörn schicht zu gedenken.

Wie die feine vom Stäbchen herkommende Faser in den einen (oberen) des Stäbchenkorns eintritt, so verlässt sie am entgegengesetzten wieder jenes bilde, jedoch unter neuer Verfeinerung (*Schultze*), um senkrecht absteigend bis

Zwischenkörnerschicht zu gelangen. Hier endet sie scheinbar mit einer die gewöhnlichen Varikositäten an Ausmaass übertreffenden spindel- oder knopfförmigen Anschwellung (Fig. 595. *B*, Fig. 589). Doch in Wirklichkeit geht das Ding weiter. So sah *Hasse* [18]) in einzelnen Fällen ein zartes Fädchen davon abtreten, und sich in die Zwischenkörnerschicht verlieren. Er möchte darum das kleine Ding als »interpolirte Ganglienzelle« ansehen. Nach den Erfahrungen *Schultze*'s gewahrt man wenigstens bei Vögeln und Amphibien sehr deutlich, wie von jener kleinen Anschwellung feinste Fibrillen entspringen, welche, einen horizontalen Verlauf annehmend, in dem Gewirre der Zwischenkörnerschicht sich verlieren.

Die vom Zapfenkorn nach abwärts ausgehenden und die äussere Körnerschicht senkrecht durchsetzenden Fasern (Fig. 589) zeichnen sich bei grosser Zartheit durch weit ansehnlichere Dicke (bis $0{,}0029^{mm}$) von den Stäbchenfibrillen aus. Sie durchsetzen gestreckt jene Schicht, um an der äusseren Fläche des *Stratum intergranulosum* mit kegelförmigen Anschwellungen ebenfalls ihre Endigung zu finden [19]). In diesem ihrem Verlaufe kommen sie ganz mit einem Axenzylinder überein, und lassen Andeutungen einer weiteren Zusammensetzung aus feinsten Axenfibrillen erkennen (vergl. § 176). *Schultze* berichtet (nachdem *Müller* und *Henle* eine Verbreiterung jener Faser gesehen hatten), wie er im *Stratum intergranulosum* einen Zerfall dieser Zapfenfaser in feinste Fibrillen auch wirklich erkannt habe, die gleichfalls in horizontaler Richtung weiter ziehen (Fig. 595. *B. d*). *Hasse* dagegen fand nie mehr als drei jener Fortsätze, einen unpaaren mittleren und zwei seitliche. Er möchte diese Verbreiterung für eine dreieckige und glatte ansehen. Den mittleren Fortsatz glaubt er ebenfalls in senkrechtem Verlaufe bis in die Zwischenkörnerschicht hinein verfolgt zu haben.

Dass da, wo Zapfen fehlen, die äussere Körnerschicht nur aus Stäbchenkörnern hergestellt wird, ist fast überflüssig, noch zu bemerken.

Bindegewebige Zellen scheint unsere Lage im Uebrigen nicht zu enthalten.

Anmerkung: 1) Ueber die merkwürdigen Variationen der Retina bei den verschiedenen Gruppen der Wirbelthiere vergl. man besonders *H. Müller* in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie und *Schultze* in seinem Archiv Bd. 2 — 2) Man vergl. auch noch die späteren Bemerkungen dieses Forschers in der Würzburger naturw. Zeitschrift Bd. 3, S. 26, Anm. — 3) Wiener Sitzungsberichte Bd. 42, S. 15. — 4) *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 11, S. 175. — 5) *Müller*, Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 8, S. 1; *F. Morano*, Archiv für mikr. Anat. Bd. 8, S. 81. — 6) *Schultze* in seinem Archiv Bd. 3, S. 220; *Krause* in den Göttinger Nachrichten 1867, No. 37. — 7) *Schultze* a. a. O. S. 223. — 8) Archiv für Ophthalmologie Bd. 5, Abth. 2, S 101. — 9) Der Verf. sah den *Ritter*'schen Faden bei den Stäbchen des Frosches und der Fische. Vergl. *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 10, S. 301. — 10) a. a. O. Bd. 18, S. 129. — 11) S. dessen und *Pfeufer*'s Zeitschr. N. F. Bd. 2, S. 304. — 12) Die Angaben *Schultze*'s enthält dessen ersterer und grösserer Aufsatz im Archiv. *Krause* (*Membrana fenestrata* S. 27) findet bei nächtlichen Thieren die Zapfen vorhanden. Sehr lang sind die Aussenglieder der Stäbchen und Zapfen bei solchen Geschöpfen. — 13) Archiv Bd. 2. — 14) Bd. 3, S. 231. — 15) a. a. O. S. 230. — 16) Göttinger Nachrichten 1864, No. 7 und Eingeweidelehre, S. 648. Wie *Ritter* angibt (Archiv für Ophthalmologie Bd. 11, 1, S. 89) kommen derartige dunkle Querzonen nur bei den Körnern der Säugethiere vor. Sie sind wohl Leichenphänomene. — 17) *Krause* berichtet, dass auch an Zapfenkörnern diese Querzonenbildung vorkommen könne. So soll sie an den Zapfenkörnern des Affen (*Cercopithecus sabaeus*) sich finden. Doch die Zeichnung erscheint bedenklich. Dass sie an Stäbchen- wie Zapfenkörnern der Vögel vorkomme, berichtet uns *Krause* ebenfalls. Beiderlei Körner bieten jedoch hier abweichend von den Säugern keine Verschiedenheiten mehr dar (*Schultze*). — 18) a. a. O. S. 248. — 19) Dieselben sind von *Schultze* (a. a. O. Bd. 2) und *Henle* (Eingeweidelehre S. 650, Fig. 500) beobachtet worden. Weitere Beiträge lieferte *Hasse* (a. a. O. S. 249).

§ 317.

Wir gehen weiter in der Erörterung der verschiedenen Lagen der Retina [1]), und besprechen

4) die **Zwischenkörnerschicht**, *Stratum intergranulosum* (Fig.

595. *A. B. d. d.*). Dieselbe, beim Menschen 0,010^{mm} dick, wird, wie wir bereits wissen, durchsetzt von dem radialen *Müller*'schen Fasersystem. Die scheinbar fein punktirte Masse der Zwischenkörnerschicht (welche an Vertikalschnitten durch jene radialen Fasern senkrecht gestreift erscheint), löst sich in ein dichtes bindegewebiges Netzwerk auf. Sie enthält, wie *Müller*[2] und *Schultze*[3]) bei Fischen fanden und *Koelliker*[4] auch für Säugethiere erkannte, ein flächenhaft ausgebreitetes Netzwerk mit Kernen in den Knotenpunkten, welches durch die Verschmelzung sternförmiger abgeplatteter Zellen entstanden ist. Dasselbe kommt als einschichtige Lage nach *Krause*[5]) allen Wirbelthieren hier zu, ist von ihm *Membrana fenestrata* genannt, und für ein höchst wichtiges Grenzgebilde der Retina erklärt worden.

Sehr wenig wissen wir zur Zeit noch über die Anordnung nervöser Faserelemente in der Zwischenkörnerschicht. Nach *Schultze* findet sich hier ein schief und horizontal ziehendes Gewirre feinster Primitivfibrillen vor, durch den § 316 geschilderten Zerfall der Stäbchen- und Zapfenfaser gesetzt (596. *B. d*). Nach *Hasse* ziehen nur die beiden seitlichen Ausläufer der Zapfenfaser eine kurze Strecke weit in einer schrägen Richtung; der mittlere tritt senkrecht in das *Stratum intergranulosum* ein.

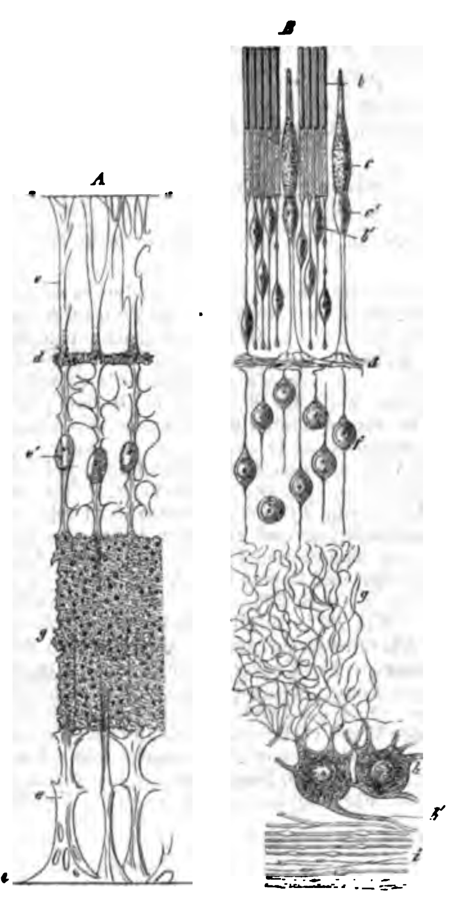


Fig. 596.

5) Die innere Körnerschicht, *Stratum granulosum internum*, besitzt gewöhnlich beim Menschen eine geringere Mächtigkeit (0,03—0,04^{mm}) als die äussere. Ihre »Körner« pflegen etwas grösser und deutlicher zu sein.

Wie sich durch die Forschungen von *Vintschgau*, *Müller* und *Schultze* ergeben hat, kommen hier zweierlei jener körnerartigen Elemente vor. Wir treffen einmal (Fig. 596. *B. f*) rundliche Zellen, durch schärfere glänzendere Kontouren, grossen Kern mit Kernkörperchen und spärlichen Zellenkörper markirt. Sie sind in der üblichen Sprechweise bipolar, d. h. mit zwei entgegengesetzten Ausläufern versehen. Letztere sind wiederum recht fein; doch übertrifft der nach aussen, gegen die Zwischenkörnerschicht gerichtete Fortsatz an Quermesser beträchtlich den nach einwärts ziehenden (*Schultze*). Zweitens lässt unsere Schicht blasser gerandete ovale Kerne mit ansehnlichem Nukleolus (*A. e*[1]) erkennen.

Die letzteren Elemente sind bindegewebiger Natur, zwar nicht in den Verlauf *Müller*'schen Fasern eingebettet, was man früher annehmen wollte, sondern nur jenen Stützfasern fester aufsitzend, umhüllt von Massen des feinen Schwammwerkes, so dass sie als Mittelpunkte eines zellenartigen Körpers betrachtet werden können[6]). Ihre Menge steht hinter derjeni-

gen der ersteren Zellenform zurück. Im Uebrigen wiederholt das bindegewebige Gerüst der inneren Körnerlage das Verhalten in der äusseren.

Auch hier kennen wir nicht die Verlaufsweise der Nervenfibrillen. Stärkere, an den Axenzylinder des Zapfens erinnernde Fasern kommen ebensowenig als im *Stratum intergranulosum* mehr vor. Es kann sich also nur um Primitivfibrillen oder schwächere Komplexe jener handeln. Fragmente solcher sind die erwähnten feinen Fädchen, welche von beiden Polen der »Körner« abtreten, und ihnen das Ansehen kleiner bipolarer Ganglienzellen verleihen. Nach kurzem Verlaufe entziehen sie sich der Beobachtung. In einzelnen Fällen sieht man von hoch gelegenen Zellen ein derartiges Fädchen bis in die Zwischenkörnerschicht gelangen [7]. Zellen, welche dagegen an das *Stratum moleculare* angrenzen, können den abwärts ziehenden fadenförmigen Ausläufer bis in jene Schicht eindringend gewahren lassen.

6) Die feinkörnige Lage, ***Stratum moleculare*** (*B. g*) gleicht sehr jener zarten molekulären Masse, welche wir früher in der grauen Substanz des Gehirns und Rückenmarks angetroffen haben, und löst sich bei starken Vergrösserungen zu einem feinen Schwammgewebe auf. Durchsetzt in vertikaler Richtung wird unsere (beim Menschen 0,03—0,04^{mm} dicke) Lage, wie wir schon früher (§ 315) erfuhren, von den *Müller*'schen Stützfasern. In ihr (*B. g*) scheint ein Gewirre höchst feiner Nervenfäden vorzukommen (*Schultze, Steinlin, Hasse*). Es ist kaum zu bezweifeln, dass dieselben von bipolaren Zellen der inneren Körnerschicht sowie den Ganglienzellen abstammen.

7) Die Lage der Ganglienkörper, ***Stratum cellulosum***, liegt, jedoch nicht scharf sich abgrenzend, an der Innenfläche der vorigen Schicht. Ihre blassen und zarten hüllenlosen Zellen (Fig. 586 und 587. 6; 596. *B. h*) sind von recht verschiedenem Ausmaasse und in grossen Exemplaren bis 0,0377^{mm} messend. Sie gehören theilweise wenigstens der multipolaren Form (wie in Gehirn und Rückenmark) an, und scheinen wohl ebenfalls einen fibrillären Aufbau zu besitzen (§ 179, Fig. 308). Auch hier dürften sich ihre Ausläufer ähnlich wie an den Elementen der Zentralorgane verhalten [8]. Einer derselben nach innen gerichtet, der Axenzylinderfortsatz (Fig. 596. *B. h'*), geht wohl in eine horizontale Optikusfaser (*i*) des *Stratum fibrillosum* über (*Corti, Remak, Koelliker, H. Müller, Schultze, Hasse* u. A.), während nach aussen (*g*) die Protoplasmafortsätze entspringen, welche sich vermuthlich auch hier weiter verzweigen, und als ein Gewirre feinster, wohl variköser Fäden nach allen Richtungen das zarte Schwammwerk der Molekularschicht durchsetzen.

Man hat endlich noch kommissurenartige, benachbarte Ganglienzellen verbindende Ausläufer angenommen [*Corti* [9], *Koelliker* [10]]. Ihre Existenz ist in neuester Zeit wieder zweifelhafter geworden.

Die Stärke der Ganglienzellenlage (Fig. 586 und 587. 6) differirt in interessanter Weise nach den einzelnen Oertlichkeiten sehr beträchtlich. Ihre grösste Mächtigkeit erreicht sie am gelben Flecke, wo mehrere Reihen (bisweilen 6—10) der Zellen übereinander liegen, so dass sie gegen 0,0999^{mm} hoch wird, um jedoch in der *Fovea centralis* wieder eine Abnahme zu erfahren. Mit der Entfernung von der *Macula lutea* nimmt die Dicke der Ganglienzellenlage mehr und mehr ab, so dass die Reihe eine doppelte und allmählich nur eine einfache wird. Gegen die *Ora serrata* hin trifft man endlich die Ganglienkörper vereinzelt und durch immer grössere Zwischenräume getrennt.

Zwischen unsern Zellen kommt im Mitteltheile der Retina das bindegewebige Gerüste nur spärlicher vor, während nach vorne die stärker und stärker werdenden *Müller*'schen Fasersysteme förmliche Fächer zur Aufnahme der Ganglienkörper bilden.

8) Wir wenden uns jetzt zur Schicht der Sehnervenfasern, dem ***Stratum fibrillosum***. Die Nervenröhren des Optikus, welchen wir mit *Schultze* eine Primitivscheide absprechen, und also die gleiche Beschaffenheit wie den Ner-

venröhren der Zentralorgane zuschreiben müssen, liegen im Stamme desselben bündelweise, getrennt durch stark entwickelte, fibrilläre bindegewebige Zwischenmasse, als dunkle, 0,0045—0,0014^{mm} dicke, sehr zu Varikositäten geneigte Fasern, um in dieser Weise die *Lamina cribrosa* zu durchsetzen. Schon während der Passage durch die nach innen trichterförmig sich verengende Oeffnung der Sklera und bis in den sogenannten *Colliculus nervi optici*, d. h. die leichte Erhebung, mit welcher der Sehnerv hier nach innen vorspringt, verlieren sie diese dunkelrandige markige Beschaffenheit. Hierauf breiten sie sich zu einer membranösen, die Innenfläche der Retina bedeckenden Schicht blasser Fasern, d. h. nackter Axenzylinder [*Bowman*[11], *Remak*[12], *Schultze*[13]], aus, wobei sie anfänglich noch gruppenweise nebeneinanderliegen. Indem sie mehr und mehr divergent verlaufen, erblicken wir zwischen den Bündeln sehr zahlreiche spitzwinklige Anastomosen, so dass wiederum einer jener charakteristischen Plexus entsteht, welche dicht vor der Endigung der Nerven so häufig sind. Verfolgen wir die Faserausbreitung nach vorne gegen die *Ora serrata* hin, so finden wir die Bündel dünner und dünner werden, und in grösseren Abständen von einander auftreten. Endlich erblickt man nur noch vereinzelte Nervenröhren ihren Weg fortsetzen. Dieselben, sehr zart und leicht variköse Anschwellungen annehmend, verschwinden aber mehr und mehr, je weiter wir nach vorwärts gelangen. Sie endigen wohl durch die ganze Retina, indem sie sich in die multipolaren Ganglienzellen der früher beschriebenen Schicht einsenken. — Nach dem Erwähnten muss die Sehnervenlage eine sehr ungleiche Mächtigkeit besitzen. An der Umgebung der Eintrittsstelle 0,29^{mm} dick, sinkt sie alsbald auf 0,099^{mm}, und nimmt nach vorwärts so stark ab, dass sie in der Nähe der *Ora serrata* nur noch 0,0056^{mm} ergibt.

Auffallend ist das Vorkommen dunkler markhaltiger Nervenfasern in manchen Netzhäuten. Dieselben finden sich normal im Auge gewisser Nagethiere, wie des Kaninchens und Hasen (*Bowman*), als zwei in die Retina einstrahlende Züge weisser Fasern. Markhaltige Retinafasern kommen auch nicht so gar selten im Hundsauge zur Beobachtung [*H. Müller*[14]]. Vereinzelt hat man diese Umwandlung auch im Auge des Ochsen (*H. Müller*) und Menschen [*Virchow*[15]] getroffen.

Die Ausbreitung unserer Optikusfasern findet zwischen den Grundtheilen der ihrem Ende in der *Limitans interna* zustrebenden *Müller*'schen Stützfasern statt. Letztere, wie wir bei der Ganglienzellenlage bemerkten, sind im Grunde des Auges zwischen den hier noch massenhafteren Faserbündeln schmäler und feiner, werden dagegen nach vorne derber und derber, so dass ihre breiteren dreieckigen Blätter des Wurzeltheiles den mehr und mehr sich vereinzelnden Nervenfasern kräftigere Stütze gewähren.

9) Die *Membrana limitans interna* ist schon oben geschildert worden.

Anmerkung: 1) Wir verweisen vor Allem auf die Darstellung *Schultze*'s im *Stricker*'schen Handbuch. — 2) Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 8, S. 17. — 3) *De retinae structura etc.* Fig. 5. — 4) Gewebelehre 5. Aufl., S. 689. — 5) Vergl. dessen Schrift: Die *Membrana fenestrata etc.* S. 7. Bei Fischen kommt unter jenem Mattenwerk der Sternzellen noch eine zweite Lage etwas abweichend geformter Elemente vor (*H. Müller* a. a. O. S. 17), welche *Krause Membrana perforata* nennt. — 5) a. a. O. S. 254. — 6) Vergl. die Abbildung bei *Schultze* (*De retinae structura*) Fig. 3. — 7) *Hasse* glaubte einmal (S. 256) einen Zusammenhang der Stäbchenfaser durch die Zwischenkörnerschicht hindurch mit einem Korn des *Stratum granulosum internum*, freilich nicht hinreichend genau, gesehen zu haben. — 8) Man vergl. hierüber den Rückenmark und Gehirn behandelnden Abschnitt dieses Buchs. — 9) Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. 5, S. 92. — 10) Gewebelehre 5. Aufl., S. 674. — 11) *Lectures etc. on the eye.* — 12) Med. Centralzeitung 1854, No. 1. — 13) *De retinae structura* p. 7. Von anderer Seite, z. B. *Koelliker* (Gewebelehre 5. Aufl., S. 675) wird diese Ansicht nicht getheilt. — 14) Würzburger naturw. Zeitschr. Bd. 1, S. 90. — 15) S. dessen Archiv Bd. 10, S. 190; *von Recklinghausen* ebendaselbst Bd. 30, S. 375. Auffallende Verdickungen erfahren Nervenfasern der Retina bei *Bright*'scher Nierenerkrankung (*Müller* im Archiv für Ophthalmologie Bd. 4, 2, S. 41).

§ 318.

Es erübrigt uns noch zweier besonderen Stellen der so verwickelt gebauten Retina zu gedenken, nämlich des gelben Fleckes und ihres vorderen Endes, des Ziliartheils.



Fig. 597. Schema einer Vertikalansicht der menschlichen *Macula lutea* und *Fovea centralis* (nach *Schultze*). *a* Pigment; *b* Zapfen und Stäbchen; *c* äussere Körnerschicht; *d* ihre untere faserige Partie; *f* innere Körnerschicht; *g* molekuläre Lage; *h* Schicht der Ganglienzellen; *i* der Nervenfasern.

Der gelbe Fleck, *Macula lutea* (Fig. 597), als Stelle des deutlichsten Sehens, nimmt mit seiner modifizirten Textur das höchste Interesse in Anspruch[1]).

Untersucht man die verschiedenen Lagen dieser (an bindegewebiger Gerüstemasse im Allgemeinen verarmten, dagegen mit stark entwickelter *Membrana limitans interna* versehenen) Lokalität von innen nach aussen, so verschwindet schon frühe hier die Schicht der Optikusfasern (*i*), so dass noch in ziemlicher Entfernung vom Zentrum der *Fovea* an die *Membrana limitans* das *Stratum* der Ganglienkörper mit 6—8 übereinander gebetteten und bei gedrängter Stellung epitheliumartig akkommodirten Zellenlagen anrührt (*h*). Im Uebergang zur *Fovea* verdünnt sich diese Schicht beträchtlich, so dass noch drei Lagen der Zellen hier zu erkennen sind (*H. Müller*). Letztere sind im Uebrigen in der *Macula lutea* vorwiegend bipolar (*Merkel*, *Schultze*). Der zentrale Theil der *Fovea* bleibt sogar ganz frei von Ganglienkörpern (*Schultze*, früher schon *Bergmann*). Die molekuläre Lage (*g*) verdünnt sich hier ebenfalls beträchtlich, möglicherweise bis zum Verschwinden in der Zentralregion. Sicher ist dieses mit der inneren Körnerschicht (*f*) der Fall.

Die merkwürdige Umänderung, welche das Mengenverhältniss der Stäbchen und Zapfen bei der Annäherung an die *Macula lutea* und in dieser erfährt, haben wir schon § 316 erwähnt. Unsere Fig. 597. *b* lehrt, wie die Stäbchen mehr und mehr abnehmen, so dass im gelben Fleck nur Zapfen erscheinen (*Henle*), welche einmal an Länge bis zum Zentrum der *Fovea* heranwachsen (bis über 0,100^{mm}), dagegen immer geringere Quermesser gewinnen.

Letzteres Verhältniss[2]) bedarf jedoch einer genaueren Besprechung.

Der Zapfenkörper des Menschen besitzt an den gewöhnlichen Lokalitäten der Netzhaut einen Quermesser 0,007—0,006^{mm}, verschmälert sich aber am Rande des gelben Flecks auf 0,005—0,004^{mm}. Mehr nach dem Zentrum hin, wo Stäbchen verschwunden sind (Fig. 598. *a*. *b*), findet weitere Verschmälerung statt, und in der *Fovea centralis* ergibt der Quermesser der Zapfen nur 0,002—0,0025^{mm}, im frischen Zustande wohl 0,0028—0,0033^{mm} (*Schultze*, in Uebereinstimmung mit *H*.

Müller und *Welcker*). Wir sind also zu Zapfen gelangt, fast von der Dünne der Stäbchen. Die Zapfenstäbchen mögen hierbei bis zu 0,0009 und 0,001mm an Quermesser herabgesunken sein. Die Zapfenfasern bewahren dagegen so ziemlich den alten Quermesser.

Hier zeigen sich denn auch die Pigmentzellen höher, dunkler und mit längeren Pigmentscheiden für das Zapfenstäbchen versehen.



Fig. 598. Zapfen aus der *Macula lutea* und *Fovea centralis* des Menschen; *a* mit zersetztem Aussengliede; *b* mit Plättchenzerfall desselben (nach *Schultze*).

Noch ein anderes Verhältniss verdient Beachtung. Bei Annäherung an den gelben Fleck verdickt sich die Retina, indem der Raum zwischen *Membrana limitans externa* und innerer Körnerschicht an Höhe gewinnt. Indem die Anzahl der dickeren Zapfen hier zu-, die der schlankeren Stäbchen abgenommen hat, zeigt die äussere Körnerlage eine Veränderung. Es sind zunächst absolut weniger dieser Elemente hier nothwendig, während anderen Theils die Zapfenkörner bei der gesteigerten Menge der Zapfen nicht mehr in einer Ebene neben einander Platz finden. So treten uns hier denn die Stäbchen- und Zapfenfasern als rein fibrilläres *Stratum* unter den Körnern entgegen. Letztere berühren also hier nicht mehr wie sonst in der Retina diese Zwischenkörnerschicht. In dieser von Körnern freien unteren Partie der betreffenden Retinalage (welche von *Henle* den Namen der äusseren Faserschicht erhalten hat) beginnen nun nach der Innenseite der *Macula lutea* hin die Stäbchen- und Zapfenfasern von der senkrechten Anordnung mehr und mehr abzuweichen in eine schief nach abwärts und aussen gerichtete Stellung (*Bergmann, H. Müller*), welcher im Mittelpunkte der *Fovea* fast zum horizontalen gesteigert ist (Fig. 597. *d*), so dass erst nach langem Verlaufe die Zapfenfaser die Zwischenkörnerlage erreicht. Hierbei nimmt die faserige untere Hälfte der äusseren Körnerschicht in der Peripherie des gelben Fleckes an Dicke noch zu, erfährt aber in der *Fovea* eine rasche und sehr beträchtliche Verdünnung (*Schultze*).

Nach den Beobachtungen *Schultze*'s [3]) ist nicht nur die (gegen das *Corpus vitreum* gerichtete) Innenfläche der *Fovea* konkav, sondern auch die entgegengesetzte, ihrer *Membrana limitans externa*, so dass die Chorioidealenden der Foveazapfen konvergirend einander zugeneigt, also stärker einander genähert sind, als es bei senkrechter Stellung möglich wäre — ein die Feinheit der hier stattfindenden Gesichtsperzeption unterstützender Umstand. Auch die Umgebung nimmt noch an jener krummlinigen Anordnung der lichtperzipirenden Elemente Antheil.

Wenden wir uns zum Ziliartheil der Retina [4]).

Nach vorne gegen die *Ora serrata* hin nimmt die Dicke der Retina mehr und mehr ab, die nervösen Bestandtheile beginnen zu schwinden; die bindegewebige Gerüstesubstanz gewinnt dagegen mehr und mehr die Oberhand. Die Optikusfasern verlieren sich demgemäss allmählich als eine besondere Schicht, die Ganglienzellen rücken weiter auseinander, die Körnerschichten verdünnen sich, die Stäbchen und Zapfen werden kürzer (*Müller, Merkel, Schultze*) u. a. m. So verschwinden schliesslich die nervösen Elemente des Gänzlichen aus unserer Haut, und jetzt

erscheinen Netze von bindegewebigen Fasern, die einem kernhaltigen, endlich kernfreien homogenen Gewebe Platz machen, mit welchem unter fortgehender Verdünnung etwa 2^{mm} von der *Ora serrata* die endende Retina mit der *Membrana hyaloidea* verschmilzt. Derartig schildert *Ritter* das Verhalten, während andere Beobachter (und wohl mit Recht) abweichende Ergebnisse gewannen. So findet *Koelliker* die *Membrana limitans* als ein System zylindrischer, allmählich niedriger werdender Zellen über die Ziliarfortsätze weg (und mit ihnen wie der *Zonula Zinnii* fest zusammenhängend) bis zum Aussenrand der Iris gehend. *Brücke* und *Müller* nehmen jene Zellenlage bis zum Pupillarrande sich erstreckend an. *Schultze*[5]) fand jene Zellen verschiedenartig, traf keinen Uebergang in die Fasermassen der *Zonula Zinnii* (§ 313), glaubt jedoch, dass unsere Zellenform den radiären Stützfasern entspreche.



Fig. 599. Gefässe der menschlichen Retina. *a* Arterielles; *c* venöse Aestchen; *b* das Kapillarnetz.

Die Blutgefässe der Retina[6]) (Fig. 584) entstehen von der im Sehnerven eingeschlossenen *Art.* und *Vena centralis* (*r. z.*). Sie stellen so einen besonderen Gefässbezirk des Bulbus her, welcher jedoch an der Eintrittsstelle des Optikus die schon § 312 geschilderte Verbindung mit dem System der Ziliargefässe eingeht (*e*). Aus der Auflösung der Arterie entsteht ein zierliches, weitmaschiges Netz sehr feiner, 0,0056—0,0045^{mm} starker Haargefässe (Fig. 599. *b*). Es nimmt dieses Gefässnetz den Innentheil der Retina ein, erstreckt sich indessen doch noch durch die innere Körnerschicht. Eine vordere Verbindung dieses Retinalgefässsystemes mit demjenigen der Chorioidea an der *Ora serrata* ist mehrfach früher angenommen worden. Sie existirt in Wirklichkeit (*H. Müller*, *Leber*) aber nicht. Im gelben Fleck treten zahlreiche Kapillaren, aber keine stärkeren Gefässröhren auf. Der Sehnerv selbst empfängt nur kleine Zweige aus der *Art. centralis*, reichliche Aeste dagegen aus der inneren Scheide (Fig. 584. *s*. 1), weniger zahlreiche endlich aus der äusseren (*t*. 2).

Indessen nicht einmal bei allen Säugethieren kommt ein derartiges entwickeltes Gefässnetz der Retina vor. So erstreckt sich beim Pferde nur ein schmaler Strahlenkranz zierlicher Kapillaren um die Eintrittsstelle des Optikus. Beim Hasen und Kaninchen besitzt die Retina nur eine schmale gefässführende Zone, welche im Allgemeinen mit derjenigen der markhaltigen Nervenfasern zusammenfällt. Am Rande jener Stelle bemerkt man die zierlichsten Umbiegungsschlingen der Kapillaren[7]). Bei Vögeln, Amphibien und Fischen[8]) ist die Retina sogar völlig gefässlos, dagegen die Hyaloidea mit einem Haargefässnetze versehen, welches die Rolle der Retinakapillaren übernehmen dürfte (*Hyrtl*, *H. Müller*).

Fragen wir am Schlusse dieser langen Erörterungen nach der Anordnung und Verbindung der nervösen Elemente in der Retina, so sind darüber nur Vermuthungen möglich. Dass Stäbchen und Zapfen die lichtperzipirenden Endgebilde darstellen, kann unserer Ueberzeugung nach nicht wohl mehr bezweifelt werden. Ohnehin sind die Stäbchenzellen als Terminalgebilde anderer Sinnesnerven in neuer Zeit näher bekannt geworden. Welches ist aber, diese Frage

können wir hier nicht unterdrücken, die physiologische Bedeutung der Stäbchen und Zapfen?

Wie wir aus den vorhergehenden Erörterungen erfuhren, besitzt die Stelle der feinsten Sinneswahrnehmung, die *Fovea centralis* des Menschen, nur Zapfen. Mehr nächtliche Säugethiere (§ 310) zeigen durch die ganze Retina nur Stäbchen.

Auch hier ist es hervorzuheben, dass von der Aussenlage der Netzhaut an bis zum Nervus opticus die nervöse Fasermasse eine beträchtliche Reduktion erleidet.

Mit Wahrscheinlichkeit (*Schultze*) können wir den letzteren Gebilden die Wahrnehmung der quantitativen Lichtdifferenzen und Raumverhältnisse zuschreiben, während den Zapfen neben dieser doppelten Fähigkeit noch die Perzeption der Farben, d. h. qualitativer Lichtdifferenzen zukommt[9]. Die Fäden jener Netzhautgebilde, welche radial die äussere Körnerschicht durchsetzen, sind demgemäss als nervöse festzuhalten, und diese Körner mit ihnen. Frühere Bemühungen dagegen, jene nervösen Fäden in senkrechtem Verlaufe durch die inneren Schichten bis zur Lage der Ganglienzellen unmittelbar zu verfolgen, müssen als gescheitert betrachtet werden. Sobald die von *Schultze* in den letzten Jahren behauptete provisorische Endigung der Stäbchen- und Zapfenfasern in der Zwischenkörnerschicht mitten in der Retinadicke und eine hier erscheinende Fortsetzung anders gerichteter feinster Fibrillen nach einwärts stattfindet, ist bei den jetzigen Methoden der Forschung jede Hoffnung aufzugeben, den Zusammenhang eines Zapfens durch ein derartig verwickeltes Fadensystem mit einer Ganglienzelle und Optikusfaser darzuthun. Retina und graue Masse der Zentralorgane des Nervensystems verhielten sich auch in dieser Hinsicht gleich [10].

Doch auch an ganz anderen Auffassungsversuchen der Retina hat es hinterher nicht gefehlt.

So hatte *Henle* [11]) die ganze Aussenhälfte bis an die Zwischenkörnerschicht als »musivische« der inneren oder »eigentlich nervösen Schicht« entgegengestellt. Wir vermögen darin keinen Vortheil zu erblicken.

Krause [12]) versuchte dann den Beweis zu führen, dass die Retina bis zur Zwischenkörnerlage, seiner *Membrana fenestrata*, durchaus keine nervöse Natur besitze. Abgesehen von einigen anatomischen Verhältnissen gründet er seine Annahme wesentlich auf den Umstand, dass nach Durchschneidung des Optikus einige Wochen zwar Nervenfasern und Ganglienzellen der Retina fettig entartet sich zeigen, dagegen der ganze Stäbchen- und Zapfenapparat unversehrt sich ergibt.

Ueber die Mischungsverhältnisse der Retina wissen wir sehr wenig. Einige Untersuchungen von *C. Schmidt* [13]) ergaben eine Substanz mit der Reaktion weder der Eiweisskörper, noch der Leimstoffe, sondern mit in der Mitte stehenden Eigenschaften.

Anmerkung: 1) Von hohem Interesse ist ein von *H. Müller* gemachter Fund (Würzburger naturw. Zeitschr. Bd. 2, S. 139), dass der gelbe Fleck mit der *Fovea centralis* nicht, wie bisher angenommen, eine auf den Menschen und Affen beschränkte Eigenthümlichkeit darstellt. So kommen *Macula lutea* und *Fovea* dem Auge des Chamaeleon zu (wie schon früher gesehen war). Hier konnte der Verf. (a. d. O. Bd. 3, S. 22) die beiderlei Fasersysteme, das schief gerichtete, einfach oder auch doppelt, nervöse und das vertikale bindegewebige, genau trennen. Bei sehr vielen (?) Vögeln fand *Müller* (Bd. 2, S. 140) ebenfalls eine exquisite *Fovea centralis* mit der gleichen zweifachen Faserung, bald in der Nähe des hinteren Augenpols, bald exzentrisch gegen die Schläfengegend angebracht. Sehr entwickelt ist diese Einrichtung mit exzentrischer Lage bei Raubvögeln. Hier kommt beim Falken eine doppelte *Fovea* mit durchaus gelbkugligen verfeinerten Zapfen vor (*Schultze*, Bd. 2, S. 206), eine Thatsache, welche *Müller* (Würzburger naturw. Zeitschrift Bd. 3, S. 11) schon zu dem Ausspruche führte, die eine *Fovea* diene dem binokulären, die andere dem monokulären Sehen. Beim Säugethier fand *Müller* wenigstens eine *Area centralis*, welche in ihrem Bau sich der *Macula lutea* nähert. — 2) Ueber die Zapfen des gelben Fleckes und der *Fovea* s. man *H. Müller* in der Würzburger naturw. Zeitschr. Bd. 2, S. 218, *Schultze* in *Reichert's* und *Du Bois-Reymond's* Archiv 1861, S. 784, sowie Archiv für mikr. Anat.

Bd. 2, S. 168, ferner im *Stricker*'schen Buche, S. 1021 und *Welcker* a. a. O. S. 173; *Merkel*, Ueber die *Macula lutea* des Menschen und die *Ora serrata* einiger Wirbelthiere. Leipzig 1870. — 3) a. d. O. Vergl. auch noch *Hensen* in *Virchow*'s Archiv Bd. 34, S. 401, Bd. 39, S. 475. Die gelbe Farbe der *Macula lutea* scheint in interessanter Weise eine Absorption der violetten und ultravioletten Lichtstrahlen herbeizuführen, und so die Lichtwirkung zu schwächen (*Schultze*). — 4) Ueber den Ziliartheil der Retina s. man vor Allem *Müller*'s Monographie der Retina a. a. O. S. 90; ferner *Koelliker*'s Gewebelehre 5. Aufl., S. 684, *Ritter*, Die Struktur der Retina etc. S. 21, *Merkel* a. a. O., *Schultze* bei *Stricker* S. 1026. — 5) In *Stricker*'s Handbuch S. 1029. — 6) Man vergl. dazu *Müller* in der Würzburger naturw. Zeitschr. Bd. 2, S. 64 und den Aufsatz von *Hyrtl* in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 43, S. 207. — 7) Die Blutgefässe als Produktion des mittleren Keimblattes wachsen während der Embryonalzeit in die anfänglich gefässlose Retina des Säugethieres erst herein (*Müller* a. a. O. S. 222). — 8) Nur die Aalretina hat nach *Krause* (*Membrana fenestrata* S. 28) zahlreiche Blutgefässe. — 9) *Hasse* (a. a. O. S. 272) möchte die von ihm am Ende der Zapfenfaser gefundene Zerspaltung mit der bekannten *Young-Helmholtz*'schen Theorie der Farbenempfindung in Verbindung bringen. — 10) Man s. die Bemerkung von *Hensen* in der Arbeit über das Auge der Cephalopoden in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 15, S. 196. — 11) S. dessen Eingeweidelehre S. 639. — 12) Vergl. die Schrift: Die *Membrana fenestrata*. Zapfen- und Stäbchenfasern verschmelzen mit der Zellenoberfläche der *Membrana fenestrata*, wie die *Müller*'schen Stützfasern, welche von der *Limitans interna* entstanden sind, mit der Unterfläche jener Zellen verwachsen. Andere Radialfasern fehlen. Nervöse Elemente sind nach *Krause*'s Ansicht nur ein Theil der Körner des *Stratum granulosum internum*, die Ganglienkörper und Nervenfasern. Zapfen und Stäbe bis zur *M. fenestrata* mit Pigment und Tapetum bilden einen katoptrisch-dioptrischen Apparat. Gegen *Krause* ist baldigst *Hensen* (Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 4, S. 347) aufgetreten. Des Ersteren Theorie scheitert am Bau der *Macula lutea*. — 13) In der Dissertation von *Blessig* S. 68.

§ 319.

Ehe wir den Bulbus verlassen, ist noch seiner **Lymphbahnen** zu gedenken.

Nach den Untersuchungen *Schwalbe*'s [1]) findet der Abfluss der im Augapfel gebildeten Lymphe nach drei Richtungen hin statt. Diejenige, welche aus der Iris und den Ziliarfortsätzen stammt, sammelt sich zunächst in der vorderen Augenkammer. Nimmt man noch die Lymphgänge der Konjunktiva und des Hornhautgewebes hinzu, so kann man das Ganze als erste Partie, als die **vorderen Lymphbahnen** des Auges bezeichnen.



Fig. 600. Die hinteren Lymphbahnen des Schweinsauges (schematische Darstellung nach *Schwalbe*). *c* Konjunktiva; *mr* gerade Augenmuskeln; *m. retr* der Refractor bulbi; *a* Fettlage; *v* die äussere Scheide des Sehnerven; *t* der »*Tenon*'sche« Raum, nach hinten in den »supravaginalen« *spv* übergehend; *sbv* »subvaginaler« Raum zwischen innerer und äusserer Sehnervenscheide; *p* »Perichorioidalraum« durch schiefe Gänge mit dem *Tenon*'schen zusammenhängend.

Die sämmtlichen hinter den Ziliarfortsätzen gelegenen lymphatischen Räume entleeren ihre Flüssigkeit nach zwei anderen Richtungen. Die der Sklera und Chorioidea münden neben den Austrittsstellen der *Venae vorticosae*. Die lymphatischen Bahnen der Retina dagegen münden in selbstständiger Art innerhalb des Sehnervenstammes. Man kann so von **hinteren Lymphbahnen** des Bulbus sprechen.

Beginnen wir mit den **hinteren Lymphbahnen** (Fig. 600), so scheinen der Sklera wie Chorioidea besondere **Lymphgefässe** zu fehlen. Dagegen hat die Natur eines lymphatischen Behälters der schalenartige Zwischenraum zwischen beiden Häuten. Hier kommt die Suprachorioidea (§ 310) bekanntlich vor. *Schwalbe* hat jenem von bindegewebigem Maschenwerk durchsetzten Behälter die Benennung des

»Perichoroidalraums« (*p*) gegeben, und eine endotheliale Auskleidung beschrieben. Von jenem aus (in ungefährer Höhe von *mr* unserer Figur) erfolgt jener schon erwähnte Uebergang in den sogenannten »*Tenon*'schen Raum« (*t* zwischen der *Tenon*'schen Scheide und der Aussenfläche der Sklera. Die schiefen Uebergangskanäle umhüllen im Allgemeinen scheidenartig die *Venae vorticosae*. Nach hinten setzt sich jener *Tenon*'sche Lymphraum in den »supravaginalen« (*spv*) *Schwalbe*'s fort. Er umkleidet »scheidenartig die äussere Sehnervenscheide«. Auch hier scheinen endotheliale Zellen nicht zu fehlen.

Key und *Retzius* (§ 300) gelang es, vom Subduralraum des Gehirnes einen zwischen äusserer und innerer Sehnervenscheide befindlichen Zwischenraum und von diesem aus den *Schwalbe*'schen Perichoroidalraum zu erfüllen, welcher demnach eine Fortsetzung des ersteren bilden würde. Zwischen innere Optikusscheide und das die Nervenfasern unmittelbar umschliessende Bindegewebe lässt sich ebenfalls Injektionsmasse eintreiben, und zwar vom subarachnoidalen Raum des Hirns. *Schwalbe* lässt dagegen seinen zwischen äusserer und innerer Optikusscheide befindlichen »Subvaginalraum« (*sbv*) nicht mit dem Perichoroidalraum kommuniziren.

Die Lymphgefässe der Retina umhüllen als scheidenartige Adventitiallagen die Haargefässe und Venen, sollen dagegen neben arteriellen Zweigen hinziehen. Sie treten in den Optikus über; doch fehlt hier noch das Detail.

Gehen wir nun zu den vorderen Lymphbahnen über, so soll, wie schon bemerkt, die vordere Augenkammer als Reservoir der von Iris und Ziliarfortsätzen herstammenden Lymphe gelten.

Einmal tritt, nach *Schwalbe*'s Annahme, durch ein Spaltensystem lymphatische Flüssigkeit aus dem *Canalis Petiti* in die hintere und von dieser in die vordere Kammer des Auges.

Wichtiger ist der Zufluss vom *Fontana*'schen Raum aus durch das Spaltensystem des Ligamentum pectinatum. In jenen scheint die Lymphe der Ziliarfortsätze und der Iris einzumünden.

An der Randpartie der *Descement*'schen Haut findet nach *Schwalbe* der Uebertritt in den *Schlemm*'schen Ringkanal statt. Dieser füllt sich schon unter schwachem Druck, und geht bekanntlich, wenn man ihm auch die Natur eines venösen Gefässes abstreiten wollte, mit Sicherheit in das Venensystem über.

Man wird übrigens an verwandte Verhältnisse erinnert, welche *Key* und *Retzius* für das Gehirn angeben.

Anmerkung: 1) Man vergl. die Untersuchungen von *Schwalbe* (Archiv für mikr. Anat. Bd. 6, S. 1 und 261), im Auszug mitgetheilt im *Stricker*'schen Werke S. 1063; ferner *J. Michel* im Archiv für Ophthalmologie Bd. 18, Abth. 1, S. 127; man s. ferner noch die früher erwähnten Arbeiten von *Key* und *Retzius*.

§ 320.

Was die akzessorischen Gebilde des Auges angeht, so bedürfen die vier geraden und zwei schiefen Muskeln keiner weiteren Besprechung.

Vor Jahren entdeckte *Müller*[1]) ein Analogon des bei Säugethieren vorkommenden Orbitalmuskels auch für den Menschen. Es ist eine grauröthliche, die *Fissura orbitalis inferior* verschliessende Masse, bestehend aus Bündeln glatter Muskelfasern, welche meistens mit elastischen Sehnen versehen sind. Blasse marklose, vom *Ganglion sphenopalatinum* kommende Nervenfasern versorgen jene.

Die Augenlider, *Palpebrae*[2]), von dünner fettfreier Haut überzogen, enthalten in ihrem Innern die stützenden Augenlid- oder Tarsalknorpel (§ 109). In der Substanz letzterer treffen wir eingebettet eine eigenthümliche modifizirte Talgdrüsenformation. Es sind dieses die *Meibom*'schen Drüsen. Im

oberen Augenlide zählt man für den Menschen gewöhnlich 30—40, im unteren in der Regel nur 20 oder noch weniger. Sie stellen etwa 0,1128^{mm} weite Schläuche mit aufsitzenden rundlichen Bläschen dar, sind etwas weniger lang, als der Tarsalknorpel hoch, und münden mit verengtem Gange am hinteren Theile des freien Augenlidrandes aus. Die Drüsenbläschen, 0,1128—0,2^{mm} stark, werden umsponnen von einem eleganten Netze mittelstarker Kapillaren. Der Inhalt ist, abgesehen von einem geschichteten Ueberzuge plattenförmiger Zellen, im ausführenden Gange, ein verwandter wie in den Talgdrüsen der äusseren Haut (§ 304).

Das Sekret, eine dickliche, weisslichgelbe, an der Luft erhärtende, aus reichlichem Fette bestehende Masse, trägt den Namen der Augenbutter oder des *Sebum palpebrale*. Es ölt den freien Augenlidrand ein.

Der *M. orbicularis palpebrarum* zeigt die querstreifige Faserformation. Daneben erscheinen aber auch membranöse Schichten glatter Muskulatur mit netzartigen Bündeln (*H. Müller*), welche einen *Musc. palpebralis superior* und *inferior* herstellen.

Die Hinterfläche der Augenlider, ebenso die vordere Partie der Sklerotika, sowie die Hornhaut, werden überkleidet von einer dünnen, weichen Schleimhaut, der sogenannten Bindehaut oder *Conjunctiva*. Man unterscheidet hiernach eine *C. palpebrarum* und eine aus ihrem Uebergang auf den Augapfel entstandene *C. bulbi* mit den Unterabtheilungen der *C. scleroticae* und *corneae*. Letztere jedoch verdient den Namen einer Schleimhaut nicht mehr, da nur ein geschichtetes Plattenepithelium vorkommt.

Die untere Lage der *Conjunctiva palpebrarum* ist ein mehr netzartiges, Lymphoidzellen beherbergendes Bindegewebe (*Henle*), welches *Stieda*[3]) durch eine homogene elastische Membran vom Epithel getrennt gefunden haben will. Das Epithelium, an der Augenlidspalte aus der Oberhaut der Kutis hervorgehend, wurde früher irrthümlich als ein flimmerndes betrachtet (*Henle*). Es besteht vielmehr aus einigen Lagen pflasterförmiger Zellen[4]).

Zahlreiche Vertiefungen, Gruben und Einschnitte der verschiedensten Gestalt, welche die Mukosa bildet, werden in auffallender Art von zylindrischen Epithelzellen ausgekleidet, so dass leicht das Trugbild wahrer Drüsen [welche *Henle*[5]) auch hier beschrieb] entstehen kann. Zwischen den gewöhnlichen epithelialen Elementen kommen in der *Conjunctiva palpebrarum* sogenannte Becherzellen vor (*Stieda*). Als Terminalgebilde der sensiblen Nerven scheinen hier nach *Krause* Tastkörperchen aufzutreten (§ 185). Sowohl der epitheliale Zellenüberzug als die Bindegewebeschicht setzen sich an der Umbiegungsstelle als *Conjunctiva bulbi* fort. Ersterer geht über die ganze Hornhaut weg (§ 292), nicht aber die bindegewebige Unterlage, welche (stark verdünnt) an der Peripherie der Kornea in das Gewebe letzterer sich verliert. — Die *Plica semilunaris* endlich stellt eine Duplikatur der *Conjunctiva bulbi* dar, und führt in ihrer *Caruncula lacrymalis* gewöhnliche Talgdrüsen. Einzelne Bündelchen glatter Muskeln kommen auch in ihr vor (*H. Müller*).

Die Drüsen der Bindehaut[6]) sind mehrfacher Art.

Beim Menschen und einigen Säugethieren finden sich zunächst kleine traubige sogenannte Schleimdrüschen (»akzessorische Thränendrüsen« nach *Henle*). Sie nehmen den Uebergangstheil der Konjunktiva zwischen *Tarsus* und *Bulbus* ein, und kommen am oberen Augenlide bis zu 42, am unteren nur zu 2—6 Exemplaren vor. Unregelmässig zerstreut sind sie der Schleimhaut oder dem submukösen Gewebe eingebettet. Am dichtesten gedrängt finden sie sich in der oberen Uebergangsfalte selbst. Im Inhalt ihrer 0,0564^{mm} messenden *Acini* bemerkt man Fettmoleküle.

Bei Wiederkäuern (nicht aber dem Menschen) kommt, wie vor Jahren *Meissner* entdeckt hat, in der Bindehaut des Augapfels, und zwar in dem die Hornhaut nach ein- und unterwärts umgrenzenden Theile, eine zweite interessante Drüsenform vor, nämlich ein knauelförmiger Schlauch (Fig. 601), welcher den bekannten Schweissdrüsen der äusseren Haut sehr nahe verwandt, aber mit kolbig erwei-

tertem Ende ausmündend ist [*Manz*[7])]. Die Zahl dieser Knaueldrüsen ist jedoch nur eine geringe, für ein Auge 6—8 betragende.



Am äusseren Kornealrande des Schweins fand endlich *Manz* noch eine dritte Drüsenformation, einfache rundliche oder ovale (0,067—0,2mm messende) Säcke, umhüllt von konzentrischem Bindegewebe, welche Zellen und eine feinkörnige Masse beherbergen[8]). Man hat sie mit dem Namen des Entdeckers als *Manz*'sche Drüsen in die Gewebelehre eingeführt.

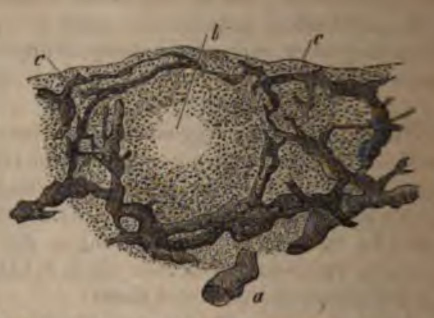


Fig. 601. Eine Knaueldrüse aus der *Conjunctiva bulbi* des Kalbes (nach *Manz*).

Fig. 602. Trachomdrüse des Ochsen mit injizirter Lymphbahn im Vertikalschnitt. *a* Submuköses Lymphgefäss; *c* dessen Ausbreitung zu den Bahnen des Follikels *b*.

Diesen absondernden Organen der Konjunktiva gesellen sich noch lymphoide Follikel oder, wie sie *Henle* genannt, Trachomdrüsen (Fig. 602) bei[9]). Man kennt sie zur Zeit vom Menschen, zahlreichen Säugethieren und mehreren Vögeln. Gewöhnlich (aber keineswegs bei allen Thieren) nehmen sie die Gegend des inneren Augenwinkels ein; namentlich kommen sie in der Uebergangsfalte des unteren und des dritten Augenlides vor. Sie erscheinen entweder vereinzelt oder in Gruppen zusammengedrängt. Eine gewaltige Ansammlung derselben, an eine grössere *Peyer*'sche Plaque erinnernd, zeigt das untere Augenlid des Ochsen (*Bruch*'scher Haufen). Unregelmässig zerstreut und nur sehr sparsam werden sie in der menschlichen Bindehaut getroffen.

Ihre Textur ist diejenige anderer lymphoider Follikel (*Frey*, *Huguenin*). Spärlich und unregelmässig erscheint ihr Gefässnetz (§ 227). Lymphoide Lakunen erkennt man schon ohne Injektion um dieselben.

Was die Blutgefässe der Konjunktiva des Bulbus[10]) betrifft, so wird deren Kapillarnetz von den Verästelungen der Augenlid- und Thränengefässe gebildet, sowie noch von Zweigen, welche die vorderen Ziliargefässe am Hornhautrand zur Bindehaut abgeben. (Vergl. § 312). Reichlicher und engmaschiger gestaltet sich das Haargefässsystem der *Conjunctiva palpebrarum*.

Lymphgefässe in der Augenbindehaut hat schon vor längeren Jahren *Arnold*[11]) angetroffen. Sie sind später durch *Teichmann*[12]) bestätigt worden. Ein zierliches (etwa 0,9mm breites) Ringnetz derselben umzieht den Rand der Hornhaut, und setzt sich peripherisch in das Netzwerk weiterer Kanäle der Sklerabindehaut fort.

Ebenfalls reich an lymphatischen Bahnen sind die Trachomdrüsen, wie die Injektion gelehrt hat [*Frey*[13])].

Am *Bruch*'schen Haufen des Ochsen (Fig. 602) sieht man ansehnliche knotige Lymphgefässe von 0,377—0,1511mm schief oder senkrecht die Submukosa durchsetzen (*a*), welche an der Unterfläche des Follikel ein sehr entwickeltes Netz-

werk 0,0744—0,1128^{mm} weiter Gänge um jenen herstellen, und mit andern feineren (bis zu 0,02^{mm} messenden), welche abermals netzartig verbunden sind, senkrecht durch die engmaschigere follikuläre Verbindungsschicht emporsteigen, wobei sie einen maschenartigen Ueberzug (*c*) um den Follikel selbst (*b*) bilden. Der oberflächlichste, d. h. der Epithelialschicht zugekehrte Theil jenes Netzwerkes läuft mehr horizontal unter jener hin, und sendet zahlreiche feine Endgänge (von 0,0282—0,0113^{mm} Quermesser) ab, welche noch eine Strecke weit aufsteigen, und dann dicht unter der Epithelialdecke blind aufhören.

Die Nerven der *Conjunctiva bulbi* (Fig. 603. *c*) endigen einmal, wie *Krause* gezeigt hat, bei Mensch und Säugethier in den früher (§ 184) geschilderten Endkolben (*a*). Dann nach *Cohnheim*'s und *Hoyer*'s interessanter Entdeckung strahlen Hornhautnerven in das vordere Epithel, die sogenannte *Conjunctiva corneae* aus (§ 309). Ueber Weiteres verweisen wir auf § 187.

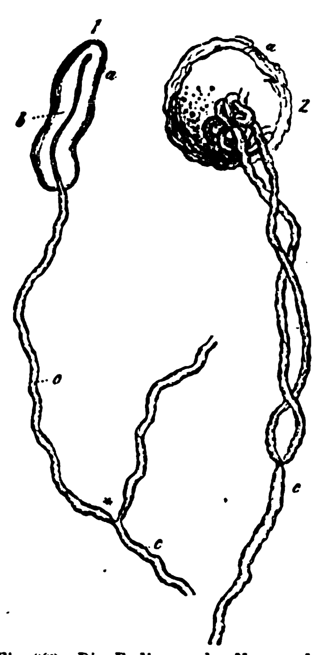


Fig. 603. Die Endigung der Nerven der Augenbindehaut in Endkolben. Fig. 1 vom Kalbe. Fig. 2 vom Menschen.

Die Thränendrüse, *Gl. lacrymalis* (spezifisches Gewicht 1,058 nach *Krause* und *Fischer*), besteht aus Aggregaten traubiger Drüsen, welche, was Form der Läppchen und Bläschen, sowie die mit Kern und feinkörnigem Protoplasma versehenen, niedrig zylindrischen Zellen betrifft, nichts Auffallendes darbieten, und mit 7—10 Gängen, die aus einem von Zylinderepithelium bekleideten Bindegewebe bestehen, die Konjunktiva durchbohren. In der Wand kommen die uns schon aus § 194 (Fig. 329) bekannten abgeplatteten Sternzellen vor. Die Nervenfasern [14]) sollten die Begrenzung des *Acinus* durchsetzen, zwischen die Drüsenzellen eindringen, und hier nach Art der *Submaxillaris* endigen (*Boll*). Die Kapillaren der Thränendrüse zeigen die gewöhnliche Anordnung. Die Lymphbahnen dürften mit denjenigen der *Submaxillaris* übereinkommen (*Boll*).

Der Wegleitungsapparat der Thränen [15]) fällt nicht überall gleich aus. In den Thränenkanälchen ist das Gewebe der Mukosa reich an elastischen Fasern; in Thränensack und -gang erscheint eine retikuläre, Lymphzellen beherbergende Bindesubstanz (*Henle*). Kleine Schleimdrüsen dringen von der Nasenschleimhaut hervor, und kommen nicht allein in dem weiten unpaaren Gang vor, sondern können selbst bis in die Mukosa der Thränenkanälchen sich vorschieben (*R. Maier*). Ueber das Epithel der Thränenwege ist noch keine Uebereinstimmung zu erzielen gewesen. Zilienlose Zylinderzellen findet überall *Maier*, Plattenepithel in den Thränenkanälchen, Flimmerzellen in Thränensack und Thränengang, nach unten in das Plattenepithel der Nase umgewandelt, *Henle*.

Was das Sekret endlich betrifft, so stellen die Thränen, *Lacrymae*, eine die Oberfläche des Auges bespülende Flüssigkeit (zu welcher jedoch auch durch die Hornhaut austretender *Humor aqueus* sich hinzugesellt) eine stark alkalische und schwach salzig schmeckende Masse dar. Die chemische Untersuchung, welche vor längerer Zeit wiederum von *Frerichs* [16]) vorgenommen wurde, zeigt etwa 1 % fester Stoffe (0,9—1,3%). Unter diesen erscheint Eiweiss gebunden an Natron (der sogenannte »Thränenstoff« früherer Forscher); dann in Spuren Fette und Extraktivstoffe, sowie Mineralbestandtheile. Unter letzteren ist das Chlornatrium

der wesentliche, zurückstehend dagegen die phosphorsauren Alkali- und Erdsalze. Während bei gewöhnlicher Sekretion die Thränen in die Nasenhöhle abfliessen, überströmen sie bei reichlicher Absonderung die Augenlidspalte. Psychische Bedeutung erlangen die Thränen des Menschen beim Weinen.

Anmerkung: 1) Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. 9, S. 541, sowie Würzburger Verhandlungen Bd. 9, S. 244. Man s. ferner *Harling* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 24, S. 275, sowie *Sappey* in den *Comptes rendus Tome* 65, *p.* 675. — 2) Man s. neben *Henle*'s Eingeweidelehre S. 697 noch *Stieda* (und *Stricker*) in des letzteren Sammelwerk S. 1142. — 3) *Stieda* im Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 3, S. 357. — 4) *Getz, De pterygio. Gottingae* 1852. *Diss.* und *Gegenbaur* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 5, S. 17, sowie der Aufsatz von *A. Schneider* in der Würzburger naturw. Zeitschrift Bd. 3, S. 105. *Loewig* (a. a. O. S. 129) spricht hier noch von Zylinderepithelium. — 5) Eingeweidelehre S. 702. — 6) *C. Krause*'s Anatomie Bd. 1, S. 514; *Sappey* in der *Gazette médicale de Paris.* 1853, *p.* 515 und 528; *W. Krause* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. N. F. Bd. 4, S. 337; *Strohmeyer* in der Deutschen Klinik 1859, S. 247; *A. Kleinschmidt* im Archiv f. Ophthalmologie Bd. 9, 3, S. 145; *Wolfring* im Centralblatt 1872, S. 852. — 7) S. *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 5, S. 122. Auffallend ist das beschränkte Vorkommen jener Knäueldrüsen, indem sie nur beim Ochsen und der Ziege vorgekommen sind, dagegen dem Schaf schon fehlen (*Kleinschmidt*). — 8) Angaben von *Strohmeyer* über ein Vorkommen der betreffenden Drüsen auch bei anderen Säugern und dem Menschen haben sich nicht bestätigt. — 9) Schon § 227 Anm. 1 haben wir die Literatur dieser von *Bruch* entdeckten Gebilde mitgetheilt; *P. Blumberg* (Ueber die Augenlider der Haussäugethiere mit besonderer Berücksichtigung des Trachoms. Dorpat 1867. Diss.) möchte diese Lymphoidfollikel wieder zu pathologischen Gebilden machen, da sie bei jungen Thieren, deren Konjunktivenmukosa gewöhnliches faseriges Bindegewebe ohne Lymphoidzellen herstelle, noch fehlten. Sollte letzteres sich in der Folge auch als richtig herausstellen, so würde nach demjenigen, was die Entwicklungsgeschichte anderer lymphoider Organe gelehrt hat, nur eine späte Entstehung der Trachomdrüsen sich ergeben. Man s. im Uebrigen noch *Schmid*, Lymphfollikel der Konjunktiva. Wien 1871. — 10) S. die Monographie von *Leber*. — 11) Dessen Handbuch der Anatomie Bd. 2, S. 986. — 12) Vergl. dessen Werk S. 65. — 13) *Huguenin* und *Frey* in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 16, S. 215. — 14) Man s. die Arbeit von *Boll* im Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 4, S. 146, sowie den Aufsatz im *Stricker*'schen Werke, S. 1161, endlich *Henle*'s Eingeweidelehre S. 63. — 15) Neben älteren Angaben verweisen wir auf *R. Maier*, Ueber den Bau der Thränenorgane, insbesondere der thränenleitenden Wege. Freiburg 1859 und *Henle*'s Eingeweidelehre S. 708 und 712. Auch *Henle* (S. 713) berichtet uns von einem Fehlen der Wimperhärchen in manchen Fällen. — 16) S. dessen Artikel: »Thränensekretion« im Handw. d. Phys. Bd. 3, Abth. 1, S. 617.

§ 321.

Die Entwicklung des Auges[1], deren wir hier nur ganz kurz erwähnen wollen, findet von dreierlei Partieen der embryonalen Körperanlage statt. In Form einer hohlen gestielten Ausstülpung des Vorderhirns bildet sich zuerst die sogenannte primäre Augenblase, welche bestimmt ist, in ihrer weiteren Umwandlung Retina und Pigmentepithel der Chorioidea zu werden, während der Stiel zum *Nervus opticus* sich umgestaltet. — Schon früher haben wir erfahren, dass die Linse von dem über dem werdenden Auge gelegenen Theile des Hornblattes entsteht, indem dieses in Gestalt einer dickwandigen Hohlkugel herabwuchert (vgl. hierzu § 161). Unter und auf ihr stülpt sich in die primäre Augenblase noch der Glaskörper ein, eine Produktion des mittleren Keimblattes. d. h. des Lederhautgewebes des Kopfes. Beide Organe stülpen hierbei jene Augenblase in sich ein, so dass man jetzt nach dem Schema eines serösen Sackes eine innere dickere Lamelle der Bildungszellen (die spätere Retina), und eine äussere dünnere (das Pigmentepithel) unterscheidet. Jetzt spricht man von einer sekundären Augenblase. Die Faserhaut der Chorioidea, Ziliarkörper, Ziliarmuskeln und Iris, ebenso Sklera, Hornhaut und Linsenkapsel entstehen aus dem angrenzenden mittleren Keimblatt der embryonalen Kopfanlage.

Dass die ganze Retina (mit Ausnahme des Pigmentepithel) aus der inneren Lamelle der sekundären Augenblase hervorgeht, hatten schon früher *Remak*[2]) und

Koelliker [3]) beobachtet. Bestätigt wurde es in neuerer Zeit durch *Babuchin* [4]) und *Schultze* [5]). Zuerst erkennt man nach *Babuchin* in Gestalt spindelförmiger Zellen die Anlage der *Müller*'schen Fasern, welche mit ihren Enden die beiden Grenzhäute (*Membr. limitans in-* und *externa*) herstellen. Nach den *Müller*'schen Fasern entstehen dann die Ganglienzellen und bald darauf auch die Nervenfaserlage. Die Molekularschicht, die Zwischenkörnerlage sowie die Schicht der Stäbchen und Zapfen erscheinen fast gleichzeitig; doch geht das erstgenannte *Stratum* voraus, und das *Stratum bacillosum* bildet den Schluss. Die Stäbchen sowie die Zapfen mit dem Zapfenkörper bilden sich bei Froschlarven nach *Babuchin* als Auswüchse von Zellen. Mit den zugehörenden Zellen (»Körnern«) stellen sie so ein unzertrennliches Ganzes dar.

Die Entwicklung des zentralen Theiles der Retina eilt dabei derjenigen des peripherischen voraus (*Babuchin, Schultze*).

Schultze erkannte bei Hühnerembryonen an der Aussenfläche der *Membr. limitans externa* hervorsprossende zarte halbkuglige Auswüchse, welche in Stäbchen und Zapfen sich umgestalteten.

Die Aussenglieder der Stäbchen, welche zweifelsohne auch der inneren Wand der sekundären Augenblase zuzurechnen sind [6]), stehen anfänglich noch sehr hinter den Innengliedern zurück.

Für die späte Entstehung der Stäbchen ist noch ein von *Schultze* erwähnter Umstand von Interesse. Thiere, welche mit geschlossenen Augen geworfen werden, wie Katzen und Kaninchen, entbehren zur Zeit der Geburt noch jener Retinaelemente [7]), während sie der Neugeborne von Mensch und Wiederkäuern schon ausgebildet besitzt.

Eine einfache Lage ursprünglich senkrecht verlängerter, später mehr kubisch und endlich flacher sich gestaltender Zellen bildet das äussere Blatt der sogenannten sekundären Augenblase. Unter Aufnahme der Melaninmoleküle wandelt es sich, wie schon bemerkt, in das bekannte pigmentirte Epithel um, welches man ganz allgemein, aber mit Unrecht, der Chorioidea zuzählt, während es in Wirklichkeit der Retina angehörig ist.

Die histogenetischen Vorgänge bei der Entwicklung von Chorioidea, Iris und Sklera bedürfen noch der Erforschung. Von der werdenden Hornhaut ist schon früher § 133 die Rede gewesen. Die Bildungsweise der Linsenfasern behandelt der oben zitirte Abschnitt unseres Werkes [8]).

Die Thränendrüse entsteht nach Art anderer traubiger Sekretionsorgane, und zwar mit ihrem zelligen Theile vom Hornblatt aus [9]). Ziemlich spät entwickeln sich die *Meibom*'schen Drüsen.

Anmerkung: 1) Zur Entstehung des Auges vergl. man *Remak*'s Werk, die Vorlesungen über Entwicklungsgeschichte von *Koelliker*, S. 273; *Schoeler*, *De oculi evolutione. Dorpati* 1849. *Diss.*; *L. Kessler*, Untersuchungen über die Entwicklung des Auges, angestellt am Hühnchen und Triton. Dorpat 1871. Diss.; *N. Lieberkühn* in den Schriften der Ges. zur Beförderung der Naturw. zu Marburg Bd. 10, Abth. 5, S. 299. — 2) a. a. O. S. 72, Anm. — 3) a. a. O. S. 284. — 4) Würzburger naturw. Zeitschr. Bd. 4, S. 71, Bd. 5, S. 141. — 5) Archiv für mikrosk. Anat. Bd. 2, S. 371. — 6) Dieses erkennt auch zur Zeit *Hensen* an (gleiche Zeitschr. Bd. 4, S. 349), welcher früher das Aussenglied der äusseren Augenblasenlamelle zurechnen wollte (a. d. O. Bd. 2, S. 422). — 7) Doch hat dieses *Krause* für einen Irrthum erklärt (*Membrana fenestrata* S. 33). Man s. dazu noch *Steinlin* S. 100 (Sep.-Abdr.). — 8) Ueber die gefässhaltige Kapsel der fötalen Linse verweisen wir auf die *Koelliker*'sche Entwicklungsgeschichte S. 292. — 9) *Remak* a. a. O. S. 92.

§ 322.

Das Gehörorgan [1]) endlich, das letzte der uns beschäftigenden Sinneswerkzeuge, besteht aus dem der Schallempfindung dienenden inneren Ohre oder Labyrinth und aus vorgelagerten, zur Leitung der Schallwellen bestimmten

Apparaten. Die lassen sich wiederum zerspalten in das mittlere Ohr und den von ihm durch das Trommelfell getrennten Aussentheil.

Wir beginnen unsere Betrachtung mit letzterem.

Das äussere Ohr zeigt die Ohrmuschel und den äusseren Gehörgang. Die Textur ihrer Knorpel ist § 108 erwähnt worden. Ebenso bedarf die im Allgemeinen fester mit ihnen verbundene und an elastischen Elementen reiche äussere Haut, welche mit Ausnahme des Ohrläppchens fettfrei bleibt, keiner weiteren Erörterung. Die Ohrmuschel führt zahlreiche Wollhärchen und oft ansehnliche Talgdrüsen (§ 304), sowie (namentlich an der Rückseite) kleinere Schweissdrüsen (§ 302). Auch der *Glandulae ceruminosae* des äusseren Gehörgangs, in welchem sich die Talgdrüsenformation im Uebrigen ebenfalls noch erhält, wurde früher (§ 302) gedacht. Die Muskeln des äusseren Ohres gehören der quergestreiften Formation an (§ 164).

Das Trommel- oder Paukenfell, *Membrana tympani*[2]), besteht aus einer fibrösen Platte, welche äusserlich von der Lederhaut, einwärts von der Mukosa der Paukenhöhle überkleidet wird. Mit dem sogenannten *Annulus cartilagineus* geht sie in das angrenzende Periost über. Der Ueberzug von der äusseren Haut her zeigt eine sehr dünne Faserlage, welche Drüsen und Papillen verloren hat (letztere erhalten sich jedoch bis in ihre Nähe). Die fibröse Platte wird gebildet durch eine nach aussen gerichtete radiäre Faserschicht und eine nach der Paukenhöhle gekehrte, aus zirkulären Bündeln gewebte Lage. Als Element erscheint ein unentwickeltes Bindegewebe in Gestalt platter anastomosirender Bänder mit Bindegewebekörperchen (*Gerlach*), vielleicht mit einzelnen glatten Muskelfasern (*Prussak*). Die Schleimhautbekleidung der Innenfläche besitzt ebenfalls eine sehr dünne Faserlage und einen Ueberzug von einfachem Plattenepithel. Dasselbe überkleidet auch die Trommelfelltaschen, die Gehörknöchelchen und das Höhlensystem des *Processus mastoideus*. Die übrigen Theile tragen ein zweischichtiges Wimperepithel (*Brunner*). Das Gefässnetz des Trommelfells ist ein mehrfaches (*Gerlach*), ein äusseres, dem Lederhautüberzug angehöriges mit radiär verlängerten Maschen sowie feinen Röhren, und ein inneres mit ziemlich engen Maschen, welches dem Schleimhautüberzug zukommt. Die mittlere fibröse Schicht des Trommelfells galt früher für gefässlos, was jedoch *Kessel* läugnet. Lymphgefässe hat man ebenfalls reichlich hier beobachtet. Auch Nerven kommen zahlreich vor. Ihre Endigungen bedürfen noch genauerer Untersuchungen. Ein Eindringen ins Epithel scheint vorzukommen [*Kessel*[3])].

Das ganze mittlere Ohr mit seinen einzelnen Theilen, sowie den Nebenhöhlen wird von derselben dünnen gefässreichen [aber vielleicht drüsenlosen[4])] Schleimhaut bekleidet. Zwischen den Wimperzellen der *Eustachi*'schen Röhre hat man sogenannte Becherzellen (*Schulze*) getroffen.

Die Blutgefässe der Paukenhöhle zeichnen sich durch sparsame, wenig verzweigte arterielle Zuflussröhren aus, welche nur ein ganz unentwickeltes arterielles Kapillarnetz bilden. Sehr entfaltet ist dagegen die venöse Partie. Ansehnlichere Röhren mit starker Netzbildung treten uns hier entgegen. Die Zirkulation der Paukenhöhle zeichnet sich durch geringen Druck und ansehnliche Geschwindigkeit aus [*Prussak*[5])].

Die Lymphgefässe unserer Höhle erinnern an diejenigen des Trommelfells (*Kessel*).

Die Nervenendigungen bedürfen noch eines genaueren Studium. An dem *Nervus tympanicus* hat man reichliche Ganglien, in bald grösseren, bald kleineren Ansammlungen, oder auch selbst vereinzelte Zellen zwischen den markhaltigen Nervenfasern erkannt [*Krause*[6])]. Man findet im Uebrigen mehrfache Nervennetze. — Die Gehörknöchelchen bestehen aus kompakter, von zahlreichen *Havers*'schen Gängen durchzogener Knochensubstanz (*Rüdinger*, *Brunner*). Allein zwischen Hammer und Ambos findet sich ein ächtes Gelenk. Ersterer trägt, soweit

er mit dem Trommelfell verbunden ist, d. h. an seinem kurzen Fortsatz und dem sogenannten Handgriff, einen dünnen Ueberzug von Hyalinknorpel (*Gruber*). Die Verbindung des kurzen (überknorpelten) Ambosfortsatzes mit der Paukenhöhle geschieht durch straffes Bindegewebe, diejenige zwischen Ambos und Steigbügel durch eine Symphyse, welche Hyalinknorpel zeigt, in der Mitte von einem Diaphragma faserigen Bindegewebes durchsetzt. Auch die überknorpelten Randtheile der Steigbügelbasis und des ovalen Fensters werden durch straffes Bindegewebe vereinigt (*Brunner*).

Die Muskeln der Gehörknöchelchen gehören der quergestreiften Form an (§ 164).

Wir reihen die *Eustachi*'sche Röhre [7] hier an.

Ihres Knorpels ist bereits § 108 gedacht worden. Die Schleimhaut führt ein zweischichtiges Wimperepithel, ferner traubige Schleimdrüsen, welche jedoch in den verschiedenen Partieen nach Lage und Mächtigkeit wechseln. Zylindrische Zellen kleiden die Drüsenbläschen aus. Stellenweise kann das Mukosengewebe mit Lymphoidzellen infiltrirt sein (*Rüdinger*). Ein Nervenplexus mit Gruppen von Ganglienzellen kommt in der *Eustachi*'schen Röhre ebenfalls zur Wahrnehmung (*Krause*).

Anmerkung: 1) *Breschet, Recherches sur l'organe de l'ouie dans l'homme et les animaux vertébrés. 2. Edition. Paris* 1840; *Pappenheim*, Die spezielle Gewebelehre des Gehörorgans. Breslau 1840; *Wharton Jones*, Artikel: »*Organs of hearing*« in der *Cyclopaedia Vol.* 2, *p.* 529; *Hyrtl*, Ueber das innere Gehörorgan des Menschen und der Säugethiere. Prag 1845; *Corti* in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 3, S. 109; *Reissner, De auris internae formatione. Dorpati* 1851; *Harless*' Artikel: »Hören« im Handw. d. Phys. Bd. 4. S. 311; *Todd* und *Bowman l. c. Vol.* 2, *p.* 63; *Koelliker*'s Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 737 und Handbuch 5. Aufl., S. 706; *Henle*'s Eingeweidelehre S. 715; endlich die einzelnen Artikel von *Kessel*, *Rüdinger* und *Waldeyer* im *Stricker*'schen Buche. — 2) *J. Gruber*, Oesterr. Zeitschrift für praktische Heilkunde 1866, No. 49 und Anatomisch-physiologische Studien über das Trommelfell und die Gehörknöchelchen. Wien 1867; *A. Prussak* im Centralblatt 1867, S. 225, im Wochenblatt der Gesellschaft Wiener Aerzte 1867, No. 25, im Archiv für Ohrenheilkunde Bd. 3, S. 255, Sitzungsberichte d. sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig 1868; *J. Kessel* im Archiv f. Ohrenheilkunde Bd. 3, S. 307; *Wharton Jones l. c. p.* 545; *Toynbee* in den *Phil. Transact.* 1851. *P.* 1, *p.* 159; *Tröltsch* in der Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 9, S. 91; *Gerlach*'s mikr. Studien S. 53; *G. Brunner*, Beiträge zur Anatomie und Histologie des mittleren Ohrs. Leipzig 1870; *J. Kessel* a. a. O. S. 839. — 3) a. a. O. — 4) Angaben über Drüsen der Paukenhöhle (von *Tröltsch*, Handbuch der Ohrenheilkunde 3. Aufl., und *H. Wendt* (Archiv für Heilkunde 1870, S. 252) scheinen sich nicht zu bestätigen. *Nassiloff* (im Centralblatt 1869, S. 259) berichtet von einer Lymphdrüse der Paukenhöhle. Man s. dazu noch *Kessel* a. a. O. S. 860 und 862. — 5) a. a. O. (Sächsische Sitzungsberichte). — 6) *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschr. 3. R. Bd. 28, S. 92. — 7) Vergl. *Henle*'s Handbuch S. 751; ferner *Rüdinger*, Ein Beitrag zur Anatomie und Histologie der *Tuba Eustachii*. München 1865 und Beiträge zur vergl. Anat. und Histol. der Ohrtrompete. München 1870 und in *Stricker*'s Handbuch S. 867.

§ 323.

Das innere und eigentliche Gehörorgan besteht aus dem Vorhofe, den halbkreisförmigen Kanälen und der Schnecke. Das Ganze wird von mit wässriger Flüssigkeit erfüllten Blasen und Kanälen eingenommen, in welchen auf membranösen Massen, umgeben von dem Fluidum, die Endigungen des Gehörnerven stattfinden. Letztere sind doppelter Art, einmal zu den Ampullen und Säckchen des Vorhofs und dann zur Spiralplatte der Schnecke.

Vorhof und Innenflächen der halbkreisförmigen Kanäle werden von einem Beinhautüberzug bekleidet. Die in ihrem Innern vorkommende wasserhelle seröse Flüssigkeit trägt den Namen der Perilymphe oder *Aquula Cotunnii*, und lässt sich vom Subarachnoidalraum des Gehirns aus durch den *Porus acusticus internus* injiziren [*Schwalbe* [1])]. Periost und Schleimhaut der Paukenhöhle setzen vereinigt die in ihrem ganzen Baue dem eigentlichen Trommelfell nicht unähnliche *M. tympani secundaria* her.

Die Wände der in der Perilymphe zwar suspendirten, aber stets an bestimm-

ten Stellen der Beinhaut befestigten Vorhofssäckchen (des *Sacculus hemiellipticus* und *rotundus*[2]) und halbkreisförmigen Kanäle (*C. semicirculares membranacei*) mit ihren Ampullen bestehen äusserlich aus einem unentwickelten Bindegewebe sternförmiger Bindegewebekörperchen, dann aus einer elastischen und glashellen, reichliche Kerne führenden Innenlage. In den häutigen halbkreisförmigen Kanälen, welche den knöchernen Gang exzentrisch, d. h. der konvexen Seite anliegend, eingebettet sind (*Rüdinger*), springt über den grösseren Theil der Innenfläche die erwähnte glashelle Lage mit zahlreichen papillenartigen Wölbungen gegen das Lumen ein [*Rüdinger*[3]]. Man wollte hierin pathologische Bildungen des erwachsenen Menschen erblicken (*Lucae*). Ein etwa 0,0068^{mm} mächtiger (Epithelialüberzug 0,0090—0,0180^{mm} messender pflasterförmiger Zellen bekleidet sie endlich. Durch die im Allgemeinen zahlreichen Blutgefässe dieser Wände kommt es zur Bildung einer zweiten wässrigen Flüssigkeit, der sogenannten Endolymphe s. *Aquula vitrea auditiva*, welche die betreffenden Binnenräume erfüllt.



Fig. 604. Otolithen, bestehend aus kohlensaurem Kalk (nach *Funke*).

Da wo die gleich zu besprechende Nervenausbreitung in den Vorhofssäckchen stattfindet, liegen, umschlossen von einem besonderen Häutchen, in Gestalt eines weissen Fleckchens die Haufen der Gehörsteine oder Otolithen (Fig. 604), kleine, wohl säulchenförmige Krystalle mit einer ausserordentlich wechselnden Grösse von 0,0090—0,0020^{mm} und noch viel weniger. Auch die *Canales semicirculares membranacei* enthalten einzelne derselben. Sie bestehen wesentlich aus kohlensaurem Kalke; sollen aber nach manchen Angaben bei Behandlung mit Säuren eine organische Grundlage zurücklassen[4]).

Anmerkung: 1) Centralblatt 1869, S. 465; *Key* und *Retzius* (a. a. O.) vermochten sowohl vom Subarachnoidal- als Subduralraum Flüssigkeit in das Labyrinth einzutreiben. Man s. endlich noch *C. Hasse*'s Anatomische Studien Bd. 1, S. 765. Leipzig 1873. — 2) Die Selbständigkeit beider Säckchen hat in neuerer Zeit *Voltolini* (*Virchow*'s Archiv Bd. 28, S. 227) bestritten; aber mit Unrecht, wie *Hensen* Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 13, S. 481, *Rüdinger* (Münchner Sitzungsberichte 1863, Bd. 2, Abth. 1, S. 55) und *Henle* (Eingeweidelehre S. 780, Anm.) zeigten. — 3) Archiv für Ohrenheilkunde Bd. 2, S. 1; s. ferner dessen Bearbeitung im *Stricker*'schen Werk S. 882. — 4) *Huschke* in *Froriep*'s Notizen Bd. 33, S. 33 und in der Isis 1833, S. 675 und 1834, S. 107; *Krieger*, *De otolithis*. *Berolini* 1840. *Diss.*; *C. Krause* in *Müller*'s Archiv 1837, S. 1; *C. Schmidt*, Entwurf einer allgemeinen Untersuchungsmethode der Säfte und Exkrete, S. 87; *Wharton Jones l. c. p.* 539; *Robin* und *Verdeil*, *Chimie anatomique Vol.* 2, *p.* 229.

§ 324.

Es ist uns noch die Nervenausbreitung des *Acusticus*[1]), wie sie an den beiden Vorhofssäckchen und den häutigen Ampullen vorkommt, übrig geblieben. Die Nervenfasern liefert für den *Sacculus hemiellipticus* und die Ampullen der *N. vestibuli*, für den *Sacculus rotundus* der sogenannte *N. saccularis minor*, ein Ast des Schneckennerven. Sie treten in Duplikaturen der Wandungen, welche namentlich in den Ampullen deutlich und scheidewandartig in den Hohlraum vorspringend sind, ein, und theilen sich hier in Aeste, um dann unter weiteren Zerspaltungen nach der freien Innenfläche der Wandung zu verlaufen. Alle Nervenfasern bleiben aber auf diesen Vorsprung, das sogenannte *Septum nerveum*, beschränkt; keine erreicht mehr angrenzende Theile der Ampullen.

Während man früher nach den ersten Untersuchungen von *Valentin* und *Wag-*

ner Terminalschlingen annahm, erkannte man später allgemein das Irrthümliche dieser Anschauung[2], und überzeugte sich, dass noch eine weitere feinere Zerspaltung der dem Ende entgegeneilenden Nervenfaser existirt. Aber erst *Schultze* hat hier Resultate zu erlangen gewusst, welche von grossem Interesse sind, indem sie die nahe Verwandtschaft zwischen den Endigungen der höheren Sinnesnerven darthun (Fig. 605). Sie betreffen die Rochen und Haie.

Untersucht man dieses *Septum nerveum* näher, so bemerkt man die einspringende Leiste (*Crista acustica* von *Schultze*) beiderseits mit einem dickeren weicheren und breiigen Ueberzug, der auf dem Durchschnitte wie der Hut eines Pilzes erscheint, und erkennt leicht durch das Mikroskop, dass das gewöhnliche einfache Pflasterepithelium der Innenfläche einem anderen, nämlich einem gehäutten, Platz gemacht hat, dessen oberste Zellen (*a*), zylindrisch und mit gelblichen Körnchen versehen, der Zellenformation der *Regio olfactoria* (§ 307) höchst ähnlich erscheinen.

Und in der That endigen auch im *Septum nerveum* zwischen jenen Zylindern die Nervenfasern des *Acusticus*, ähnlich wie wir es für die Elemente des Geruchs- und Geschmacksnerven kennen gelernt haben.

Indessen ist die Textur dieser Lokalität eine sehr verwickelte und keineswegs sicher erkannte.

Zuerst bemerkt man — und zwar bei Fischen wie Tritonlarven (*Schulze*) — die freie Oberfläche der ganzen gelblichen Schicht durch einen Wald ungemein langer (bis 0,0902^{mm} messender) steifer Härchen (»Gehörhaare«) überragt, deren Beziehungen zu der darunter befindlichen Zellenmasse aber wohl noch weiterer Untersuchungen bedürfen. Dann erscheint in der Tiefe und an der Grenze der faserigen Unterlage, mit verbreiterter Basis aufruhend (*b*), noch eine andere Zellenformation (die Basalzelle von *Schultze*). Endlich zeigt sich, und zwar in grösster Menge, eine sehr kleine, farblose, rundliche oder spindelförmige Zelle (Fadenzelle, *Schultze*), die nach zwei entgegengesetzten Enden Fortsätze absendet (*c*). Der obere (*d*) ist der dickere, von stäbchenartiger Gestalt und an der Oberfläche der so komplizirten Epitheliallage mit abgestutztem Ende aufhörend. Der untere (*e*) ist der feinere; er steigt senkrecht gegen die bindegewebige Unterlage herab. Die Nervenfasern (*f*) scheinen an der Grenze der faserigen gegen die epitheliale Schicht auf den ersten Blick zu endigen, gehen aber nur in blasse Axenzylinder über, welche in die Epithelialmasse eindringen, und hier sich weiter zertheilen (*g*), so dass sie nach wiederholten Ramifikationen schliesslich in Form höchst feiner Fädchen der Beobachtung entschwinden. Es ist nicht unwahrscheinlich, obgleich keineswegs nachgewiesen, dass diese Terminalfäden in den unteren fibrillären Ausläufer der Fadenzelle übergeben (*Schultze*). Es behauptet nämlich *Schulze* (und möglicherweise mit grösserem Recht), dass der getheilte marklose Axenzylinder sich unmittelbar in das lange Haar fortsetze.

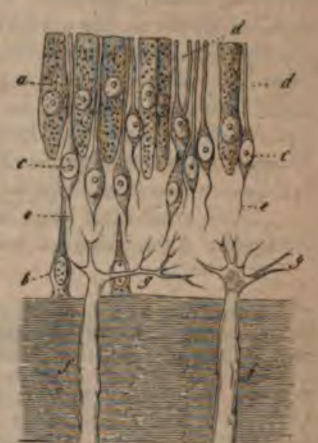


Fig. 605. Aus der *Crista acustica* der Ampullen von *Raja clavata* nach *Schultze*. *a* Zylinderzellen; *b* Basalzellen; *c* Faserzellen mit dem oberen stäbchenförmigen *d* und dem unteren fein fibrillären Fortsatz *e*; *f* Nervenfasern, bei *g* zu blassen sich ramifizirenden Axenzylindern werdend.

Verwandte Texturverhältnisse, nur beträchtlich kürzere Haare, hat auch der Otolithensack der Fische ergeben[3].

Auch für andere Wirbelthiergruppen haben wir spätere Untersuchungen erhalten. Allein die Ansichten der Forscher gehen zur Zeit noch weit auseinander[4].

Die beiden Nerveneinsprünge der menschlichen Vorhofssäckchen oder die *Maculae acusticae*, wie sie *Henle* genannt hat, treten weniger ausgesprochen hervor.

sind dagegen aber in die Fläche ausgedehnter, als die *Septa nervea* der Ampullen.

Diese *Maculae acusticae* hat vor einigen Jahren *Odenius* [5]) genauer untersucht. Durch die bindegewebige Grundlage strahlt beim Utriculus ein entwickelter Nervenplexus gegen die Oberfläche aus, um endlich mit verfeinerten Axenzylindern in das Epithel einzudringen [6]). Etwas anders ist die Anordnung jener Nervenmasse im *Sacculus rotundus*. Das Fernere bleibt jedoch gleich.

Man sieht, wie bei Annäherung an die *Macula* das bis dahin niedrig zylindrische Epithel der Säckchenwandung zu langen, mit deutlichem Kerne versehenen und durch einen gelblichen Zelleninhalt markirten Elementen sich gestaltet, über deren freien Rand Härchen hervorstehen.

Eine genauere Analyse zeigt, wie diese zersetzlichen Elemente mindestens aus zweierlei Zellen bestehen, welche den Zylinder- und Fadenzellen *Schultze*'s entsprechen dürften. Sie sind übrigens schon vor Jahren von *Koelliker* im *Saccus hemiellipticus* des Ochsen gesehen und gezeichnet worden. Die eine jener Zellen, ein langes schmales spindelförmiges, aber kernloses Ding, trägt das (0,0221—0,0226‴ lange) Härchen, welches die Oberfläche des Nervenepithel wir überragend kennen gelernt haben. Vor längerer Zeit hatte bereits *Schultze* solche »Hörhärchen« bei Säugern wahrgenommen [7]). Auch in den menschlichen Ampullen zeigt sie uns das *Septum nerveum* (*Odenius*).

Die Verbindung jener härchentragenden Gebilde mit den ins Epithel vorgedrungenen Axenzylindern bedarf aber noch genaueren Nachweises [8]).

Anmerkung: 1) *Steifensand* in *Müller*'s Archiv 1835, S. 171: *Wagner*'s Neurolog. Untersuchungen S. 143; *H. Reich* in *Ecker*'s Untersuchungen zur Ichthyologie. Freiburg 1857, S. 24; *M. Schultze* in *Müller*'s Archiv 1858, S. 343; *F. E. Schulze* in der gleichen Zeitschr. 1862, S. 381; *R. Hartmann* ebendaselbst S. 508; *G. Lang* in d. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. 13, S. 303; *Koelliker*'s Gewebelehre 5. Aufl., S. 709, *Henle*'s Eingeweidelehre S. 777. — 2) Nur *Hartmann* ist in neuerer Zeit für jene Schlingen nochmals in die Schranke getreten. — 3) Man vergl. hierzu die Angaben von *M. Schultze* a. a. O. — 4) Als Beispiele vergleiche man über die *Crista acustica* der Vögel *Hasse* (Anat. Studien S. 189) und *Ebner* (Sep.-Abdr. aus den Berichten des naturw. med. Vereins in Insbruck 1872). Weitere Mittheilungen über das betreffende Strukturverhältniss der Wirbelthiere machte der jüngere *Retzius* (*Nord. med. Arkiv*, 3, No. 17). Wir können auf die unsicheren Einzelheiten hier unmöglich weiter eintreten. — 5) Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. 3, S. 115. — 6) Schon vor Jahren sah dieses *Koelliker* hier beim Ochsen (Gewebelehre, 4. Aufl., S. 695). — 7) *Müller*'s Archiv 1858, S. 371. — 8) *F. E. Schulze* (*Reichert*'s und *Du Bois-Reymond*'s Archiv 1862) scheint jene Verbindung an den Otolithensäckchen junger Fische getroffen zu haben. Auch *Retzius*, dessen Untersuchungen sich neben dem Menschen auf die vier Wirbelthierklassen erstrecken, versichert das Gleiche. Doch kann man sich starker Zweifel nicht enthalten.

§ 325.

Wir haben endlich noch der Schnecke, *Cochlea* (Fig. 606), zu gedenken. Diese (beim Menschen zwei und eine halbe Windung machend) führt die beiden alt bekannten sogenannten Treppen, eine obere, die Vorhofstreppe, *Scala vestibuli* (*V*), und eine untere, die Paukentreppe, *Sc. tympani* (*T*), geschieden durch die Spiralplatte, *Lamina spiralis* (*q*—*i*). Zu ihnen kommt als wesentlichster Theil noch ein dritter mittlerer Raum hinzu, der *Reissner*'sche Schneckenkanal, *Canalis cochlearis* (*C*).

Das Spiralblatt (von *q*—*i*) besteht aus einem inneren knöchernen und einem äusseren weichen oder häutigen Theile. Ersterer, eine Fortsetzung der Spindel, besitzt ungefähr die halbe Breite des ganzen Blattes. Doch verhält er sich in den einzelnen Windungen nicht gleich, indem er in der ersten am breitesten ist, von da an sich fortgehend verschmälert, um in der letzten dritten Halbwindung in sichelförmiger Gestalt als Haken, *Hamulus*, auszulaufen.

Dieses knöcherne Spiralblatt, *Lamina spiralis ossea*, zeigt im Uebrigen zwei Lamellen fester Knochensubstanz (die obere nach der *Scala vestibuli*, die untere nach der *Sc. tympani* gerichtet) und im Innern ein poröses Gefüge, wobei die Lücken ein für den Durchtritt der Gefässe und Nerven bestimmtes kommunizirendes Gangwerk herstellen. Gegen den häutigen Theil werden jene Räume zu einer einfachen Spalte, begrenzt von den beiden kompakten Knochenlamellen, welche an gleicher Stelle hier endigen.

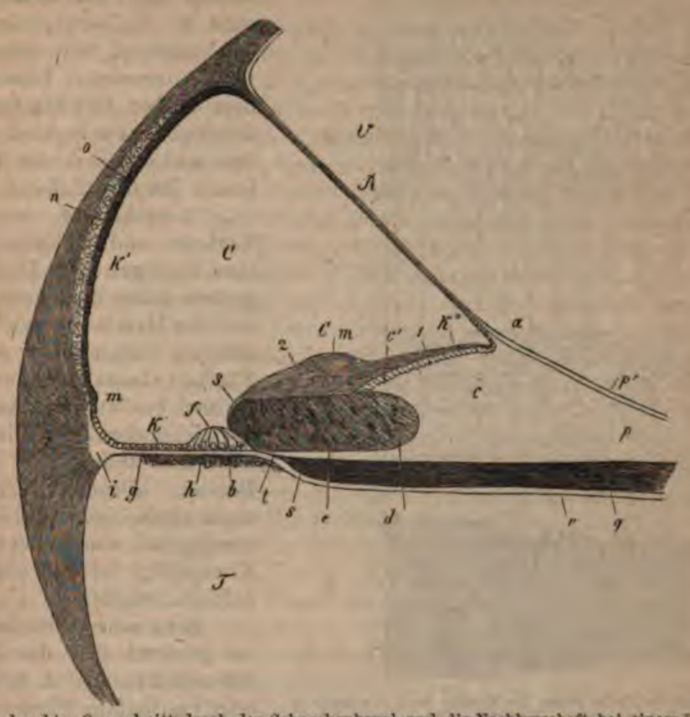


Fig. 606. Senkrechter Querschnitt durch den Schneckenkanal und die Nachbarschaft bei einem älteren Kalbsembryo. *V Scala vestibuli*; *T Sc. tympani*; *C* Schneckenkanal; *R* Reissner'sche Membran mit ihrem Ansatz (*a*) an einem Vorsprung der sogenannten *Habenula sulcata* (*c*); *b* bindegewebige Schicht mit einem *Vas spirale* an der Unterfläche der *Membrana basilaris*; *c'* Zähne der ersten Reihe; *d Sulcus spiralis* mit verdicktem Epithel, welches bis zum sich entwickelnden *Corti*'schen Organe *f* geht; *e Habenula perforata*; *C m Corti*'sche Membran (1 innerer dünnerer, 2 mittlerer dickerer Theil derselben, 3 ihr äusseres Ende); *g Zona pectinata*; *h Habenula tecta*; *k* Epithel der *Z. pectinata*, *k'* der Aussenwand des Schneckenkanals, *k''* der *Habenula sulcata*; *l Ligamentum spirale* (*i* heller Verbindungstheil desselben mit der *Zona pectinata*); *m* einspringender Höcker; *n* knorpelartige Platte; *o Stria vascularis*; *p* Periost der *Zona ossea*; *p'* helle Aussenschicht derselben; *q* Bündel des Schneckennerven; *s* Endstelle der markhaltigen Nervenfasern; *t* Stelle der Axenzylinder in den Kanälchen der *Hab. perforata*; *r* tympanales Periost der *Zona ossea*.

Der häutige Theil besteht zunächst aus einer horizontalen Fortsetzung der knöchernen Scheidewandbildung. Es ist dieses die *L. spiralis membranacea* oder auch *Membrana basilaris*. Sie zeigt überall so ziemlich die gleiche Breite ($0{,}45^{mm}$), und endigt an der Innenfläche der äusseren Schneckenwand.

Wie wir zuerst durch *Reissner*[1]) und *Koelliker*[2]) erfahren haben, erhebt sich aber ferner innerhalb der *Scala vestibuli* — und zwar ungefähr an der Grenze der *Lamina spiralis ossea* und *membranacea* (*a*) — schräge nach oben und aussen aufsteigend eine Haut, die *Reissner*'sche Membran (*R*), welche zuletzt die Innenfläche der äusseren Schneckenwandung erreicht, und sich hier ansetzt.

In dieser Weise wird von der *Scala vestibuli* ein nach aussen befindlicher kleinerer Raum vollkommen abgegrenzt, welcher natürlich spiralig verläuft, und auf einem senkrechten Querschnitte eine annähernd dreieckige Form darbietet, und eben der schon genannte Schneckenkanal (*C*) ist. Seine drei Seiten werden also

hergestellt nach unten von der *Lamina spiralis membranacea* (tympanale Wand), nach oben von der *Reissner*'schen Haut (vestibulare Wand) und nach aussen von der Schneckenwandung. Nach aufwärts am *Hamulus* endigt der *Canalis cochlearis* als »Kuppelblindsack« geschlossen (*Hensen, Reichert*); nach unten ist er es im Wesentlichen auch (»Vorhofsblindsack«); doch existirt eine Kommunikation mit dem *Sacculus rotundus* (*Hensen, Reichert, Henle*). Es ist dieses ein kurzes und feines Kanälchen, welches rechtwinklig in das untere Ende des *Canalis cochlearis* (wie die Speiseröhre in den Magen) mündet. Wir nennen es den *Canalis reuniens*. Letzerer gleich den beiden Blindsäcken ist nur von kubischem Epithel ausgekleidet, und entbehrt der Akustikusfasern des Gänzlichen.

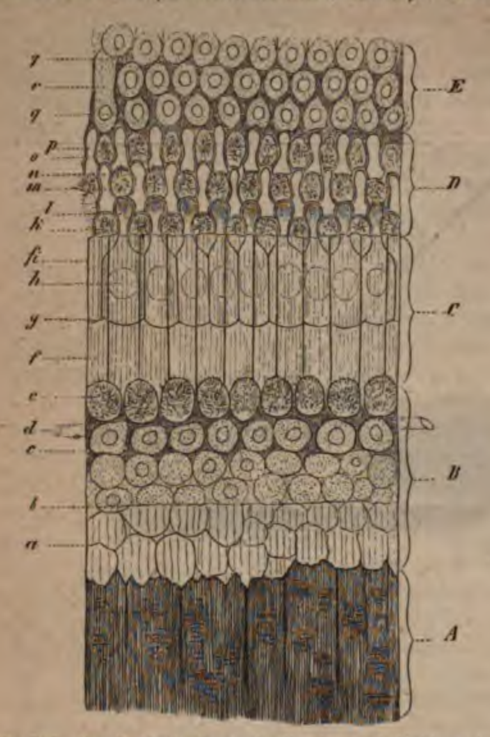


Fig. 607. Das *Corti*'sche Organ des Hundes nach *Waldeyer* in vestibulärer Flächenansicht nach Entfernung der *Reissner*'schen Haut sowie der sogenannten *Membrana tectoria*. *A Crista spiralis*; *B* Epithel des *Sulcus spiralis*; *C* Pfeilerköpfe der *Corti*-schen Fasern; *D Lamina reticularis*; *E* Aeusseres Epithel der *Membrana basilaris*; *a* Zellen des *Sulcus spiralis* unter den Gehörzähnen durchschimmernd; *b* entspricht der äusseren Grenzlinie jener Zähne; *c* kutikulares Maschenwerk zwischen den inneren Epithelzellen; *d Vas spirale*; *e* innere Haarzellen; *f* Köpfe der inneren *Corti*'schen Pfeiler oder Fasern; *fi* ihre Kopfplatten; *g* Grenzlinie der äusseren Pfeiler gegen die inneren; *h* Köpfe der äusseren Pfeiler, durch die Kopfplatten der inneren *Corti*'schen Fasern durchschimmernd (der helle Kreis ist der optische Querschnitt der äusseren Fasern oder Pfeiler); *l* die phalangenförmige Kopfplatte der äusseren Pfeiler oder die erste Phalange; *k, m, o* die ersten, zweiten und dritten Ringe der *lamina recticularis* mit den Härchen der ersten, zweiten und dritten Haarzellenreihe; *n* und *p* sind die zweiten und dritten Phalangen; *r* die Stützzellen (*Hensen*); *q* kutikulares Netzwerk zwischen den Epithelzellen oder der *Deiters*'sche Schlussrahmen.

Ausgekleidet werden die Vorhofs- und Paukentreppe durch eine bindegewebige Haut. Bindegewebe bildet dann auch die *Reissner*'sche Membran, welche an ihrer unteren (kaum aber der oberen Fläche) ebenfalls ungeschichtetes Epithel besitzt. Die Aussenwand des Schneckenkanals ist ein von ähnlichen Zellen (k') bekleidetes Periost. Daselbst erkennt man noch einen eigenthümlichen Vorsprung (*m*), eine höher befindliche Knorpellage (*n*) und einen gefässhaltigen Streifen (*o*).

Eine sehr verwickelte Struktur gewinnt aber der Boden des Schneckenkanals, d. h. die Ober- oder vestibulare Fläche der sogenannten *Lamina spiralis membranacea*, während die untere nach der *Scala tympani* gekehrte oder tympanale Fläche, mit Ausnahme eines sogenannten *Vas spirale*, welches von einem dünnen bindegewebigen Lager umhüllt ist (*b*), nichts Auffallendes erkennen lässt.

Es war *Corti*, welcher einen Theil der hier vorkommenden merkwürdigen Gebilde entdeckte. Nachfolgende Arbeiten, namentlich von *Reissner*, *Claudius*, *Böttcher*, *Schultze*, *Deiters*, *Koelliker*, *Hensen*, *Waldeyer*, *Gottstein* (um Anderer nicht zu gedenken), haben uns jenen wunderbaren Bau mehr und mehr enthüllt[3]), aber auch so schwierige Verhältnisse gezeigt, dass an einen Abschluss des Wissens hier noch nicht im Entferntesten gedacht werden kann.

Nach dem Vorgange *Corti*'s unterscheidet man am häutigen Spiralblatt zwei Abtheilungen oder Zonen, nämlich einmal die i n n e r e, *Z o n a d e n t i c u l a t a*, und dann die ä u s s e r e, *Z. p e c t i n a t a* (*g*).

Die *Zona denticulata* aber hat man wiederum in zwei Partieen zerlegt, nämlich in die nach innen gelegene sogenannte *Habenula interna s. sulcata* (*c*) oder das *Labium superius* des *Sulcus spiralis*, und in die nach auswärts befindliche *H. externa s. denticulata* (*e. h*).

Erstere [4]) erscheint in Gestalt eines mächtigen Vorsprungs, *Crista spiralis*, welcher kammartig erhoben mit furchenartigem Aussenrande in den *Canalis cochlearis* einspringt. Die Furche aber hat den Namen des *Sulcus spiralis* (*d*) erhalten [5]). Das ganze Gebilde stellt eine eigenthümliche Umwandlung des Periost des knöchernen Spiralblattes her. Das Mikroskop zeigt eine einfache, entweder homogene oder streifige Bindesubstanz mit eingelagerten Zellen und einzelnen Haargefässen. Im Uebrigen nimmt jener Vorsprung durch die Länge des Schneckenkanales nach oben hin an Breite und Höhe sukzessiv ab.

Auf der oberen Fläche dieses eigenthümlichen kammartigen Gebildes (Fig. 607. *A*) erheben sich nicht minder ausgezeichnete longitudinale und sich theilende Wülste. Es sind dieses die Zähne erster Ordnung von *Corti* oder die Gehörzähne *Huschke*'s [6]). In der ersten Windung der Schnecke besitzen sie eine Länge von 0,0451^{mm} bei einem Quermesser von 0,0090—0,0113^{mm}, um in den oberen Windungen kleiner zu werden. Dieselben gestalten sich nach einwärts (d. h. gegen die Spindel hin) kürzer und kürzer, um dann plötzlich aufzuhören, während sie nach aussen zu länger werden, und mit ihren Spitzen den früher erwähnten *Semicanalis* (*Sulcus*) *spiralis* überwölben.

Mit letzterem Theile beginnt nun die zweite Abtheilung der *Zona denticulata*, d. h. die sogenannte *Habenula externa s. denticulata*.

Sie ist durch *Koelliker* nochmals (und zwar sehr überflüssig) in zwei Unterabtheilungen zerspalten worden, eine innere, welche er *Habenula perforata* nannte (Fig. 606. *e*), und eine äussere (*h*), die den Namen der *Habenula tecta* erhielt. (Letztere ist identisch mit der *Deiters*'schen *Habenula arcuata*).

Die *Habenula perforata* stellt den Boden jenes *Semicanalis* oder *Sulcus spiralis*, d. h. dessen *Labium inferius*, her, und nimmt durch die Windungsgänge der Schnecke nach der Kuppel hin an Breite zu, während die *Habenula sulcata* eine entsprechende Verschmälerung erleidet.

Sie besteht abermals aus einer einfachen Bindesubstanz, und wird auf ihrer gegen den Schneckenkanal gerichteten Oberfläche von einer dichten Reihe längslaufender Vorsprünge (0,0226^{mm} lang bei 0,01128^{mm} Breite) bedeckt. Es sind dieses die scheinbaren Zähne *Corti*'s.

Zwischen den äusseren Enden dieser scheinbaren Zähne (welche in der ersten Schneckenwindung von den Zähnen erster Ordnung gänzlich, in den folgenden Gängen dagegen nur theilweise bedeckt werden) finden sich spaltartige Löcher, bestimmt für den Durchtritt des *Nervus cochleae* (Fig. 608. *h*).

Hier erhalten wir denn auch die Grenze jener *Habenula perforata* gegen die sogenannte *Habenula tecta* oder *arcuata*.

Ihre Wandung oder *Membrana basilaris* (Fig. 608. *a. b*) (aus einer Fortsetzung der *Habenula perforata* und dem tympanalen Periost gebildet) trägt nun das sonderbare, in seiner physiologischen Bedeutung noch ganz dunkle *Corti*'sche Organ (Fig. 607. 608) oder die *Papilla spiralis*, wie ein von *Huschke* herrührender und von *Hensen* benutzter Name lautet.

Man kann an dem merkwürdigen *Corti*'schen Organe zweierlei Formelemente, nämlich eigenthümliche Fasern und nicht minder charakteristische Zellen unterscheiden.

Die ersteren, *Corti*'sche Fasern oder Pfeiler, bestehen aus zwei Reihen balken- oder pfeilerartiger Elemente, welche von der sie tragenden und hier verdünnten *Membrana basilaris* in schiefer Richtung konvergirend nach oben sich erheben, und mit ihren Spitzentheilen zusammentreffen [7]). Das Ganze bildet daher eine wulstartige Erhebung, welche spiralig gekrümmt durch die Windungen der

Cochlea läuft. Da das Ding im Innern hohl bleibt, ist der Vergleich mit einem Tunnel gar nicht übel.

Man hat also nach dem eben Bemerkten an dem *Corti*'schen Organe einen Innen- (Fig. 608. *n. m*) und Aussenpfeiler (*o*) zu unterscheiden. Beiderlei Elemente kommen indessen nicht in der gleichen Anzahl vor. Zwei der Aussenfasern werden vielmehr auf etwa drei der inneren gezählt (*Claudius*).



Fig. 608. Das *Corti*'sche Organ des Hundes in senkrechtem Durchschnitt nach *Waldeyer*. *a b* homogene Schicht der sogenannten *Membrana basilaris*; *u* vestibulare Schicht; *v* tympanale mit Kernen und Protoplasma; *a* labium *tympanicum* der sogenannten *Crista spiralis*; *a*¹ Fortsetzung des tympanalen Periost der *Lamina spiralis* ossea; *c* verdickter Anfangstheil der *Membrana basilaris* neben der Durchtrittsstelle *h* des Nerven; *d* und *e* Blutgefässe; *f* der Nerv; *g* Epithel des *Sulcus spiralis internus*; *i* innere Haarzelle mit basalem Fortsatze *k*, umgeben von Kernen und Protoplasma (der »Körnerschicht«), in welche die Nervenfasern einstrahlen; *n* Grundtheil oder Fuss des inneren Pfeilers des *Corti*'schen Organes; *m* dessen »Kopfstück«, verbunden mit dem gleichen Theile des äusseren Pfeilers, dessen untere Hälfte fehlt, während der nächstfolgende Pfeiler *o* Mittelpartie und Grundtheil darbietet; *p, q, r* die drei äusseren Haarzellen; *t* Grundtheile zweier benachbarter Haarzellen; *s* eine sogenannte Stützzelle von *Hensen*; *l* und *l*¹ *Lamina reticularis*; *w* Nervenfaser endigend an der ersten der äusseren Haarzellen.

Die Innenpfeiler, durch schmale spaltartige Zwischenräume von einander getrennt, beginnen alle in einer und derselben Linie nach aussen von den Löchern der *Habenula perforata*. Sie sitzen der *Membrana basilaris* auf mit leicht verbreitertem Anfangstheile (*n*), welcher eine kernführende Protoplasmamasse bedeckt. Diese ist der Rest der ursprünglichen Bildungszelle des Pfeilers.

Der aufsteigende Theil unseres Innenpfeilers verschmälert sich mehr (auf 0,0034—0,0045^{mm}), endigt dagegen auf der Höhe des ganzen Organes mit (0,0054^{mm} messender) kolbenartiger Anschwellung (*m*). In eine nach aussen gerichtete Exkavation des letzten Theiles passt sich dann das obere (0,0079^{mm} grosse) End- oder das Kopfstück des *Corti*'schen Aussenpfeilers (*o*) ein [8].

Dieser Aussenpfeiler beginnt mit ähnlicher Verbreiterung auf der ihn tragenden Membran, und besitzt hier das gleiche kernführende Protoplasmagebilde, wie der Innenpfeiler. Man hat die Gesammtheit jener granulirten Zellenreste auch »Körnerschicht« genannt.

Die Gestalt des Aussenpfeilers ist im Allgemeinen eine verwandte, obgleich keineswegs die Innen- und Aussenpfeiler ganz ähnlich erscheinen. Ein Blick auf unsere Zeichnung wird eine weitere Schilderung überflüssig machen.

Eine glasartige homogene, jedoch den Reagentien wenig Widerstand leistende Masse stellt diese merkwürdigen Gebilde her.

Nicht minder auffallend gestalten sich die zelligen Elemente des *Corti*'schen Organes (Fig. 608).

Beginnen wir von innen, vom *Sulcus spiralis* her, so sehen wir die epithelialen Zellen höher werden, so dass an der medialen Seite des *Corti*'schen Innenpfeilers ein wachsender Epithelialwulst (*g*) erscheint. Hier liegt nun ein eigen-

thümliches Gebilde, die innere Haarzelle von *Deiters* (*i*). Wir kommen auf die betreffende Zellenform, welche in ihrer Gesammtheit natürlich eine Spirale bildet, noch zurück.

Wie die innere Haarzelle dem Innenpfeiler in Schiefstellung aufliegt, so decken den Aussenpfeiler des *Corti*'schen Organs ähnlich gerichtet, aber in drei- oder auch vierfacher Reihe die äusseren Haarzellen oder die *Corti*'schen Zellen früherer Forscher [*p. q. r*[9])]. Sie sollen im Uebrigen nach neuesten Beobachtungen (*Gottstein* und *Waldeyer*) Doppelzellen sein, und auch die *Corti*'schen Pfeiler gehen vielleicht aus solchen Doppel- oder Zwillingszellen hervor.

An die äusserste Haarzellenspirale reihen sich an zylindrische epitheliale Elemente, die sogenannten »Stützzellen« von *Hensen* (Fig. 608. *z*, Fig. 607. *r*). Sie gehen nach aussen, immer kürzer und kürzer werdend, zuletzt in das einfache kubische Epithel der *Zona pectinata* (Fig. 606. *k*) über.

Um nun aber ein weiteres Verständniss zu gewinnen, müssen wir noch einer wunderbaren gefensterten Deckmembran (*Lamina reticularis* von *Koelliker*[10]) oder *L. velamentosa* nach *Deiters*) vorerst gedenken.

Unser Holzschnitt Fig. 608 versinnlicht in seitlicher Anschauung die Lage jener Deckmembran (von *l*—*l'*). Ihren merkwürdigen Bau erkennen wir aber erst aus Fig. 607, der Ansicht von oben.

Schon nach einwärts vom Innenpfeiler bilden die epithelialen Zellen einen kutikularen ringförmigen Grenzsaum (*c*). Nach aufwärts erreicht dann die innere Haarzelle (*e*) die Höhe des *Corti*'schen Organs.

Der Innenpfeiler des letzteren setzt sich in eine eigenthümliche, rechteckig gestaltete, ziemlich breite und horizontale, nach oben dem Aussenpfeiler aufgelagerte Anhangsplatte fort. Diese inneren »Kopfplatten« versinnlicht Fig. 607. *f. i*. Unter ihr, gleichfalls in horizontaler Richtung ziehend, erhalten wir die Kopfplatte des äusseren *Corti*'schen Pfeilers (Fig. 607. *l*, Fig. 608. *m*). Diese Platte entspringt lang gestielt und geht in ein ruderförmiges Gebilde über. Letzteres stellt die erste Phalange der sogenannten *Lamina reticularis* her. — Mit jenen Kopfplatten beginnt überhaupt jene Kutikularbildung.

Ein Blick auf Fig. 607 wird uns die merkwürdige Ringgestalt der *Lamina reticularis* schneller versinnlichen, als eine genaue Beschreibung es vermöchte (*k. m. o*). Die erste Phalange (*l*) kennen wir bereits. Bei *n* und *p* erblicken wir die zweite und dritte Phalangenreihe. Bei *k*, *m*, *o* zeigen sich die Haarbüschel der drei Spiralzüge der sogenannten äusseren Haarzellen. Zuletzt bei *E* (wieder zur Tiefe absteigend) erblicken wir die äusseren Epithelzellen der *Mebrana basilaris*. Auch zwischen ihnen erscheint in weiterer Fortsetzung jenes kutikulare Maschenwerk. Es ist dieses der sogenannte »Schlussrahmen« von *Deiters* (*q*).

Die *Zona pectinata* (Fig. 606. *g*), d. h. also der äussere Theil der häutigen Spiralplatte, beginnt am Aussenrande des *Corti*'schen Organs, und bleibt — man möchte sagen glücklicherweise — von weiteren Anhängen frei. Gebildet von den beiden Periostlamellen der *Membrana basilaris* zeigt sie ihre untere (gegen die *Scala tympani* gerichtete) Fläche ganz glatt, während die obere fein gestreift oder wie gefasert erscheint.

Mit ihrem Aussenrande erreicht die *Zona pectinata* die knöcherne Schneckenwandung (Fig. 506. *i*). Hier, an einer kleinen vorspringenden Knochenleiste (welche *Huschke Lamina spiralis accessoria* genannt hat) verbindet sie sich mit dem sogenannten *Ligamentum spirale* (*l*). Dieses[11]), eine gefässreiche Masse, besteht aus einem oberen fibrillären Theile und einer unteren gegen die *Scala tympani* gekehrten zelligen Partie (*Hensen*).

Anmerkung: 1) *De auris internae formatione. Dorpati* 1851. *Diss.* und in *Müller's* Archiv 1854, S. 420. — 2) Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. 2, S. 1, und Entwicklungsgeschichte S. 312. — 3) Die ersten besseren Mittheilungen brachten *Todd* und *Bowman* in ihrem bekannten Werk (*Vol. 2, p. 76*). Dann erwarb sich *Corti* grosse Verdienste um diesen Gegen-

stand (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 3, S. 109). Man s. ferner ***E. Harless*** im Handw. d. Phys. Bd. 4, S. 311, sowie Münchner gelehrte Anzeigen 1851, No. 31 und 37; ***Claudius*** in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 7, S. 154; *A. Böttcher, Observationes microscopicae de ratione, qua nervus cochleae mammalium terminatur. Dorpati* 1856. *Diss.*, dessen Aufsätze in *Virchow's* Archiv Bd 17, S. 243 und Bd. 19, S. 224 und 450, sowie in ***Reichert's*** und *Du Bois-Reymond's* Archiv 1869, S. 372; ferner in den *Nov. Act. Leopold. Vol.* 35; sowie: Kritische Bemerkungen und neue Beiträge zur Literatur des Gehör-Labyrinths. Dorpat 1872; *M. Schultze's* erwähnten Aufsatz in *Müller's* Archiv 1858, S. 371; ***Deiters***, Untersuchungen über die *Lamina spiralis membranacea.* Bonn 1860, sowie in *Virchow's* Archiv Bd. 19, S. 445 und in *Reichert's* und *Du Bois-Reymond's* Archiv 1860, S. 405, sowie 1862, S. 262; *Koelliker*, Mikr. Anat. Bd. 2, Abth. 2, S. 714. Man vergl. ferner die früheren Ausgaben von dessen Handbuch, sowie die 5te S. 714; ***Hensen*** in der Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. 13, S. 481, etc.; *Loewenberg, Etudes sur les membranes et les canaux du limaçon. Paris* 1864 (*Gaz. hebdomad. No.* 42), sowie *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, Tome* 3, *p.* 603. Man s. noch Archiv für Ohrenheilkunde Bd. 6, S. 3; ***Reichert***, Beitrag zur feineren Anatomie der Gehörschnecke. Berlin 1864 und in den Berliner Monatsberichten 1864, S. 479; *C. Hasse* in der Zeitschr. für wissensch. Zoologie von Bd. 17 an, sowie in dessen »Anatomischen Studien«; *H. W. Middendorp, Het vliezig Slakkenhuis in zijne Wording en in den ontwikkelten Toestand. Gröningen* 1867; *J. Gottstein* im Archiv für mikrosk. Anat. Bd. 8, S. 145; *Noel* ebendaselbst S. 200; *A. von Winiwarter*, in den Wiener Sitzungsberichten Bd. 61, Abth. 1, S. 683. Vor allem aber verweisen wir auf *Waldeyer's* ausgezeichnete Arbeit im *Stricker'schen* Sammelwerk S 915 (welche in gewohnter Gründlichkeit die ausführlichsten Literaturangaben bringt). — 4) Sie liegt indessen nur in der obersten halben Windung dieser *Habenula sulcata* nach aussen und neben dem knöchernen Theile des Spiralblattes. In dem zweiten und ersten Windungsgang bedeckt sie die knöcherne Lamelle. — 5) Man hat dem Ding auch den Namen des *Sulcus spiralis internus* gegeben, da die Stelle unterhalb *m* in unserer Fig. 606 *Sulcus spiralis externus* genannt wird. — 6) S. dessen Eingeweidelehre S. 883. — 7) *Claudius* verdankt man den Nachweis dieses Aufsteigens der Innen- und Aussenfasern des *Corti'schen* Organes. — 8) Sie wurden zuerst von dem Entdecker *Corti* irrthümlich als besondere abgetrennte Gelenkstücke beschrieben. — 9) *Deiters* unterschied zweierlei Zellenformationen hier, nämlich ein härchentragendes stäbchenartiges Gebilde (»Stäbchenzelle«) und ein dazwischen befindliches spindelförmiges Element (»Haarzelle von *Deiters*, oder »*Deiters'sche* Zelle« nach *Koelliker*). Das hat sich nun hinterher nicht bewahrheitet. — 10) *Koelliker* sah zuerst Theile dieser sonderbaren Membran, wozu Mikr. Anat. S. 756 zu vergleichen ist. Genauere Beschreibungen verdanken wir *Deiters* (Untersuchungen etc. S. 43) und *Koelliker* (4. Aufl. der Gewebelehre S. 704 und 717). — 11) Das Spiralligament entdeckten *Todd* und *Bowman* (s. deren *Physiol. Anatomy Vol.* 2, *p.* 79). Sie beschrieben es als *Musculus cochlearis.* Der jetzt übliche richtigere Name rührt von *Koelliker* (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 1, S. 55) her.

§ 326.

Noch erübrigt uns, der Epithelialbekleidung und der Nervenendigung des Schneckenkanals zu gedenken.

Ursprünglich wird der ganze födale Schneckenkanal (Fig. 606. *C*) kontinuirlich von Epithelialzellen ausgekleidet (*Koelliker*). Diese erscheinen als einfache Lage pflasterförmiger Zellen mit Ausnahme zweier Lokalitäten, nämlich a) des *Sulcus spiralis* (*d*) und der sogenannten *Habenula sulcata*, sowie b) der Gegend des *Corti'schen* Organs (*f*). An ersterer Stelle findet sich jene Zellenlage geschichtet und von einer Haut, der *Corti'schen* Membran (*Cm*) überdeckt. An der bei b. genannten Gegend bildet die Epithelialmasse einen Wulst, welcher nach *Koelliker* zur Bildung des *Corti'schen* Organes, der Haarzellen und, in Form einer Kutikularbildung, auch zur *Lamina reticularis* das Material abgeben soll.

Untersucht man die genannte *Corti'sche* Membran beim erwachsenen Geschöpfe, so tritt dieselbe (beim Ochsen 0,045^{mm} dick) weich und feinstreifig uns entgegen. Sie beginnt auf der *Habenula sulcata* ungefähr an der Stelle, wo sich die früher geschilderte *Reissner'sche* Membran erhebt. Ihre Endigung nach aussen ist noch kontrovers. Nach *Hensen*, *Gottstein* und *Waldeyer* erreicht sie das *Corti'sche* Organ, um zuletzt sehr verdünnt in der Gegend der äussersten Haarzelle zu endigen. Sie ruht der *Lamina reticularis* dicht auf.

Das Epithel des fertigen Schneckenkanals besteht auf der *Reissner'schen* Membran aus einer Lage ansehnlicher flacher Pflasterzellen. Kleinere und dickere

Zellen zeigt die Aussenpartie des Kanals und die *Zona pectinata* bis gegen das *Corti*'sche Organ hin, wo ansehnliche sphärische, sowie zuletzt senkrecht verlängerte Elemente (»Stützzellen«, von *Hensen*) sich finden. Unter der *Corti*'schen Membran, auf der *Habenula sulcata* kommt Epithel dagegen möglicherweise nur unterbrochen vor. Im *Sulcus spiralis* fand es *Hensen* nur als einfache Lage.

Die Schnecke besitzt reichliche feine Kapillarnetze im Periost und der *Lamina spiralis*. Ueber dem sogenannten *Ligamentum spirale* erscheint ein besonderer gefässreicher Streifen, *Corti*'s *Stria vascularis* (Fig. 606. *o*). Im Spiralblatt ist der knöcherne Theil und die Nervenausbreitung von einem entwickelten Haargefässnetz durchzogen, welches mit einem der unteren (d. h. tympanalen) Fläche jenes Blattes angehörenden Spiralgefäss kommunizirt. — Hinsichtlich der Lymphräume des inneren Ohres bemerken wir, dass Injektionen, sowohl vom Subdural- wie dem Subarachnoidalraum des Gehirns bis in das Labyrinth vorfliessen (*Key* und *Retzius*).

Die Nervenausbreitung betreffend, dringen die Bündel des *N. cochlearis* (mit markhaltigen, 0,0034^{mm} dicken Röhren) aus der Spindel bekanntlich in die *Lamina spiralis ossea* ein, um innerhalb des letzteren Gangwerks einen dichten Plexus herzustellen. Wie *Corti* zuerst sah, ist an einer bestimmten Stelle, nämlich am Austritte aus dem knöchernen Theile der Spiralplatte, in den Verlauf der Primitivfasern eine Ganglienzelle eingebettet [*Ganglion spirale* oder *Corti*'sches Ganglion[1])]. Dann, die Geflechtform bewahrend, laufen jene weiter nach aussen, um schliesslich, zu marklosen Axenzylindern verfeinert, die Löcher der Habenula zu durchsetzen. Jetzt, in den Schneckenkanal gelangt, erscheinen sie in Gestalt blasser Fäden.

Man kann nun eine doppelte Faserausbreitung unterscheiden, nämlich a) eine für die inneren, und b) eine andere für die äusseren Haarzellen.

Die innere Zone jener Axenzylinder (0, 0015—0,002^{mm} stark) soll sich in die Spitzen der inneren Haarzellen fortsetzen (Fig. 608). Die äussere, mit weit feineren Fibrillen, soll in halber Höhe den »Tunnel« des *Corti*'schen Organes durchlaufen, um sich (*Gottstein*, *Waldeyer*) mit den äusseren Haarzellen zu verbinden (*w*). Alles dieses steht aber leider noch auf den schwächesten Füssen[2]).

Indem wir den grösseren Theil der Entwicklungsgeschichte[3]) des Gehörorganes den Lehrbüchern jener Disziplin überlassen, heben wir zum Schlusse nur einige wichtigere Punkte hervor.

Das Labyrinth entsteht in Form eines blasenförmigen Gebildes, des sogenannten Labyrinth- oder Gehörbläschens, einer mehrschichtigen Einstülpung des Hornblattes (*Remak*), welches nachträglich vom mittleren Keimblatte her eine bindegewebige und dann auch noch eine knorplige Umhüllung in Form einer Kapsel erfährt.

Von jenen Labyrinthbläschen aus bilden sich in Gestalt sekundärer Ausstülpungen die halbkreisförmigen Kanäle und der *Canalis cochlearis*.

Letzterer, anfangs ein Höcker, wächst zu einem sich krümmenden Horn aus, welches nachträglich in weiterer Ausbildung die Windungsgänge gewinnt (*Koelliker*). Tertiäre Bildungen stellen endlich die beiden bekannten Treppen, die *Scalae vestibuli* und *tympani* her, welche durch Verflüssigung eines dem Schneckenkanal benachbarten Bindegewebes entstehen.

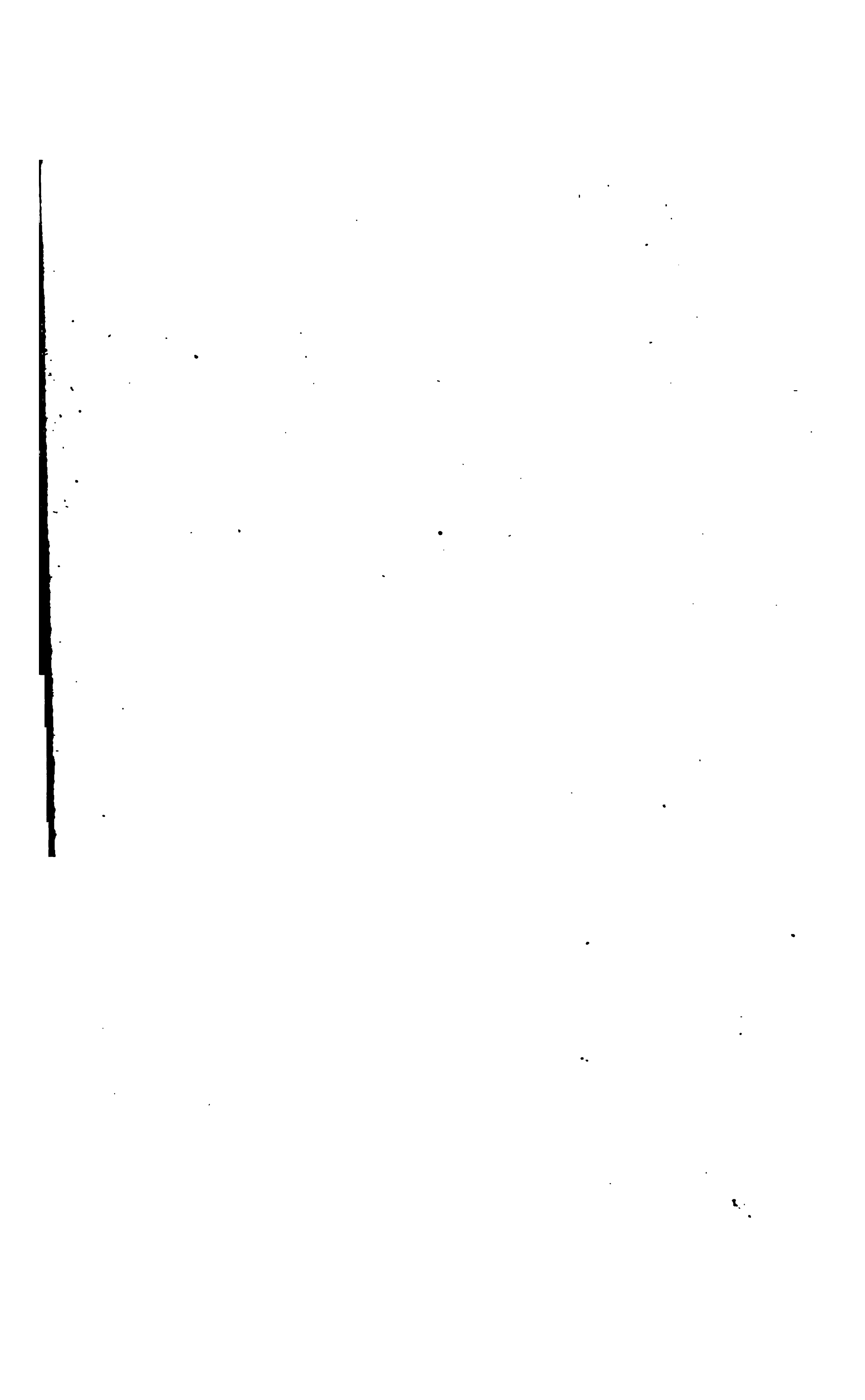
Anmerkung: 1) Auch im Stamm des *Acusticus*, sowie im *Nervus vestibularis* und *cochleae* zeigen sich Ganglienzellen. Man s. *Stannius* in den Göttinger Nachrichten 1850, No. 16 und 1851, No. 17; *Corti*'s genannte Arbeit; *Koelliker*, Ueber die letzten Endigungen des *Nervus cochleae* und die Funktion der Schnecke. Gratulationsschrift an *Tiedemann*. Würzburg 1854. — 2) Die bisherigen Untersuchungen von *Schultze*, *Koelliker*, *Deiters*, *Hensen*, *Gottstein*, *Waldeyer* haben hier das Dunkel noch nicht zu lichten vermocht. Ob ein Zug variköser Fäden, welcher an der (tympanalen) Unterfläche der *Membrana basilaris* in spiraliger Richtung hin läuft, nervöser (*Schultze*) oder bindegewebiger Natur (*Koelliker*)

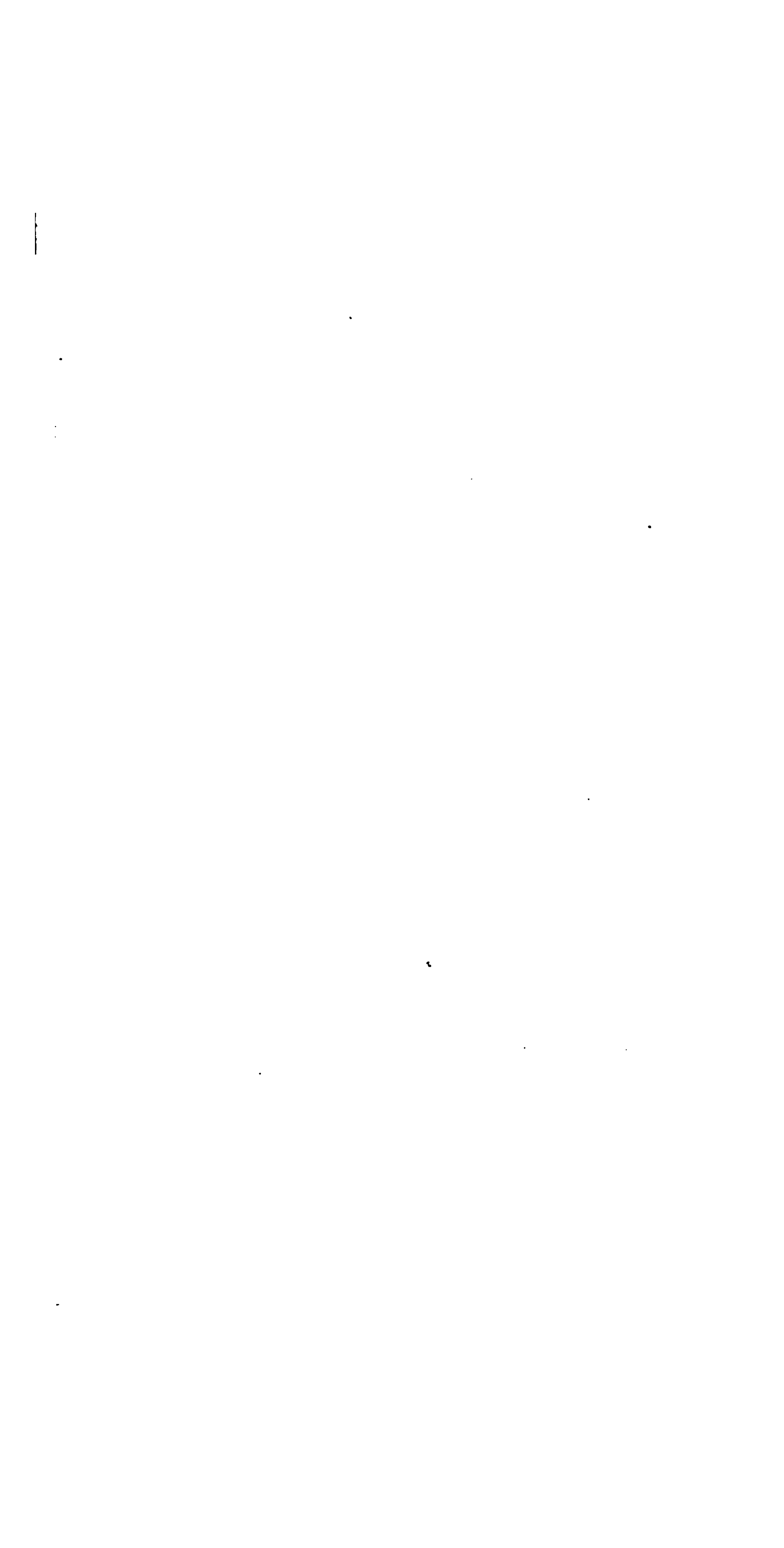
ist, steht noch anhin. Doch ist ersteres sehr wahrscheinlich, da unter den vermuthlich nervösen Terminalgebilden, den Haarzellen, das Ding hinzieht, ein dünnerer Zug unter der einfachen Reihe der inneren Haarzellen, ein stärkerer unter der drei- bis vierfachen Spirale der äusseren Haarzellen. — 3) S. das bekannte Werk von *Remak* S. 18, 35, 73 etc.; *Koelliker's* Entwicklungsgeschichte S. 300 und noch die Aufsätze von *Reissner* und *Hensen*, sowie *Hasse* in der Zeitschr. für wissensch. Zoologie Bd. 17, S. 381 und *Böttcher* a. a. O.

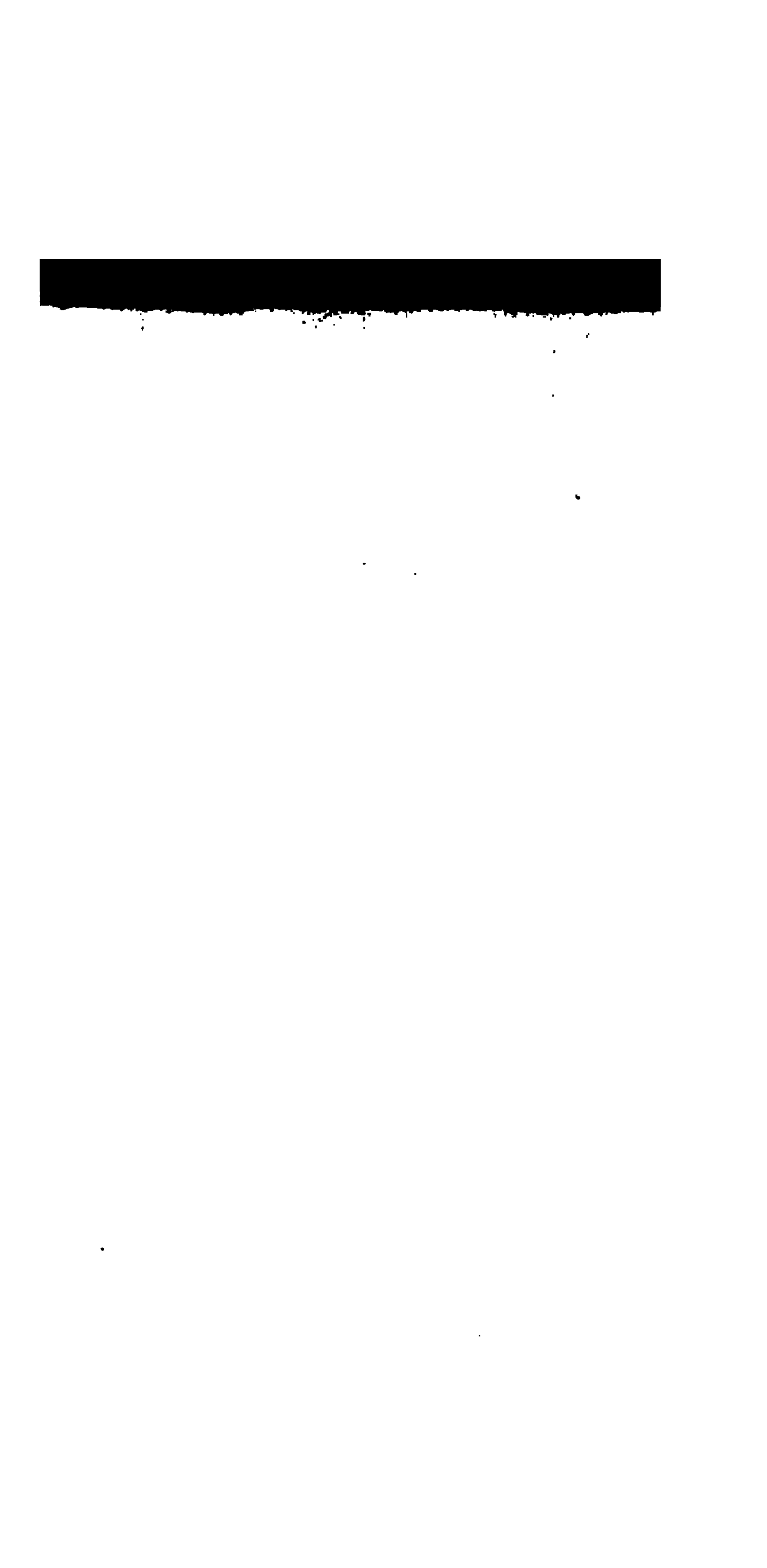
Sach- und Namenregister.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig











E551 Frey, H. Handbuch d.
F89 Histologie und Histo-
1874 chimie. 1550
NAME
DATE DUE
ATTIC
ATTIC

